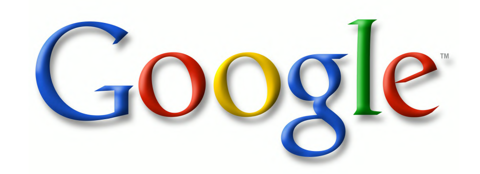
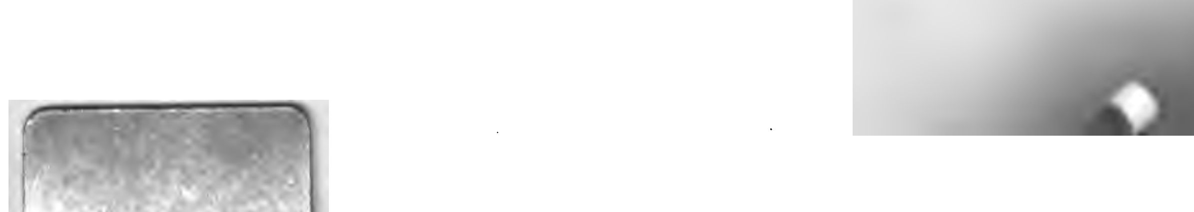
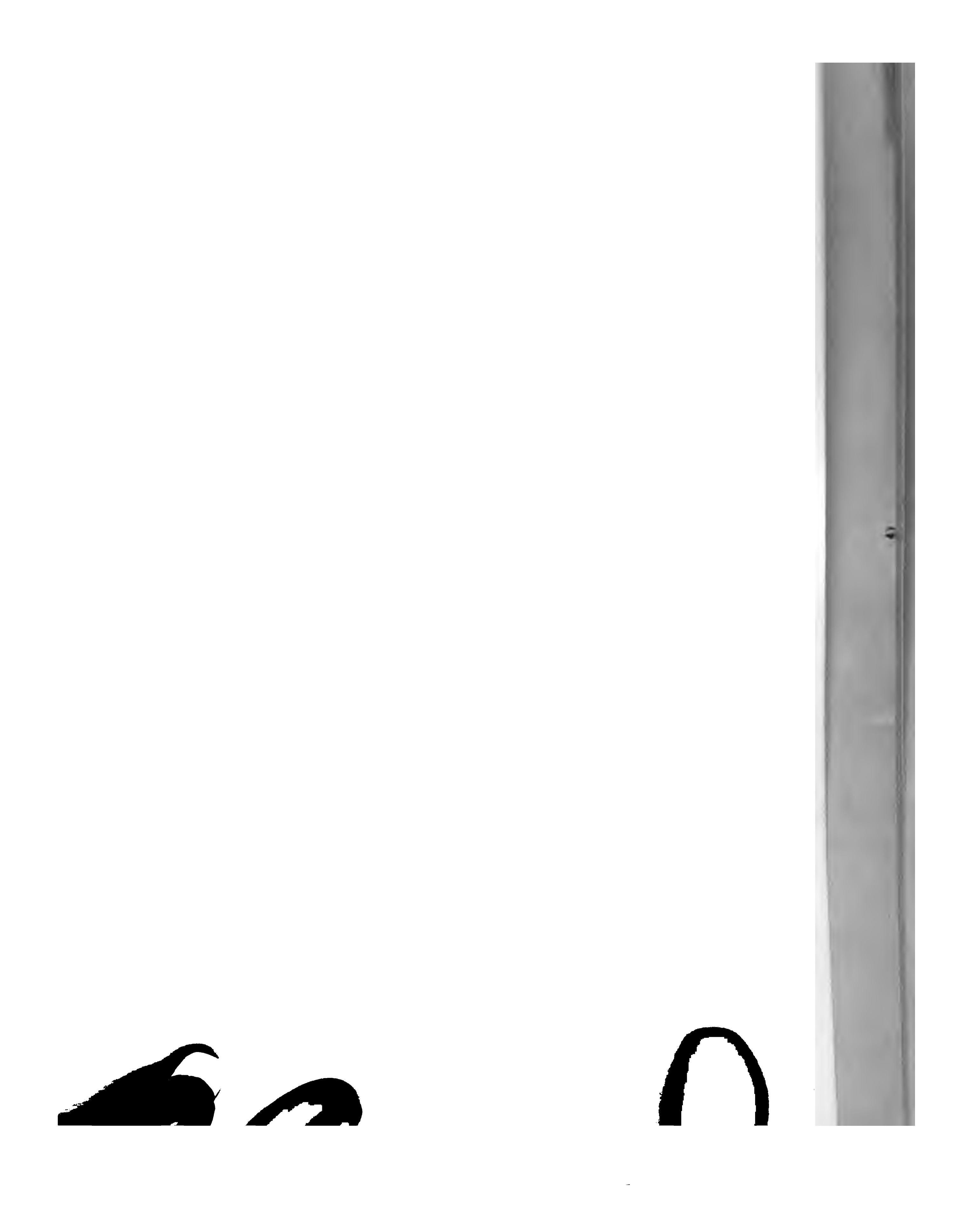








ABHANDLUNGEN

DER

KÖNIGLICHEN GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN

ZU GÖTTINGEN.

SECHSUNDDREISSIGSTER BAND.

VON DEN JAHREN 1889 UND 1890.

GÖTTINGEN,
IN DER DIETERICHSCHEN BUCHHANDLUNG.
1890.

Göttingen, Druck der Dieterichschen Univ.-Buchdruckecei (W. Fr. Kaestner).

Inhalt.

Vorrede.

Verzeichniss der Mitglieder der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften im Januar 1891.

Abhandlungen.

I. Mathematische Klasse.

Ueber die innere Reibung der festen Körper, insbesondere der Krystalle. I. Von *W. Voigt.*

Allgemeine Theorie der piëzo- und pyroelektrischen Erscheinungen an Krystallen. Von *W. Voigt.*

II. Historisch-philologische Klasse.

Ueber einige phönikische Inschriften von *G. Hoffmann.*

Die Sprache des Papyrus Westcar. Eine Vorarbeit zur Grammatik der älteren ägyptischen Sprache. Von *Adolf Erman.*

Tafeln zur Berechnung der Jupiterjahre nach den Regeln des Sûryą-Siddhânta und des Jyotistattva. Von *F. Kielhorn.*

Der Imâm el Shâfi'í, seine Schüler und Anhänger bis zum J. 300 d. H. Von *F. Wüstenfeld.*

III. Physikalische Klasse.

Zur Kenntniss der Pedicellineen. Mit 5 Tafeln. Von *E. Ehlers.*

Gedächtnissrede.

Julius Weizsäcker, † 3. September 1889. Von *L. Weiland.*

Vorrede.

Die Vorrede des 35. Bandes gab die Uebersicht über das J. 1888. Im Anschluss an sie ist es die Aufgabe des vorliegenden Bandes 36, die Uebersicht über das, was die Gesellschaft der Wissenschaften in den Jahren 1889 und 1890 geleistet und erfahren hat, zu geben.

In den 9 Sitzungen wurden folgende Mittheilungen gemacht:

Am 5. Jan. *De Lagarde* kündigt einen Aufsatz des Herrn Prof. A. Erman in Berlin, Korrespondenten der Gesellschaft, an: Ueber die Sprache des Papyrus Westcar. (Erscheint im 36. Bande.)

Klein legt von Dr. David Hilbert in Königsberg in Pr., Zur Theorie der algebraischen Gebilde. II. vor.

Schwarz legt von Herrn Dr. Hölder zwei Aufsätze vor: a. Bemerkung zur Quaternionentheorie. b. Ueber einen Mittelwerthsatz.

Sauppe legt einen Aufsatz von Ignazio Guidi in Rom, Korrespondenten der Gesellschaft, vor: Traduzione dal Copto.

Am 2. Febr. *De Lagarde* meldet Anlagen zu seiner Abhandlung vom 3. November v. J. an.

Ehlers legt einen Aufsatz des Herrn Dr. Hamann vor: Vorläufige Mittheilungen zur Morphologie und Ontogenie der Echinorhynchen.

Schwarz legt vor: 1. von Herrn Prof. Brill in Tübingen, Korrespondenten d. G., Ueber die Discriminante von Resultanten. 2. von Herrn Study in Marburg, Ueber Systeme von komplexen Zahlen.

Voigt legt eine Mittheilung von Herrn Prof. Weber in Marburg, Korrespondenten d. G., vor, Ueber stationäre Strömung der Elektricität in Platten.

Meyer, Ueber Ringschliessung unter Absperrung einer Nitrogruppe aus dem Benzolkern.

Am 2. März. *Meyer* legt eine Mittheilung von Dr. Auwers und sich vor: Ueber zwei isomere Benzilmaxime.

Merkel legt eine Mittheilung von Herrn Prof. Dr. Marmé vor: Ueber Alkaloide der Betelnuss.

Riecke kündigt eine Mittheilung Ueber die Spektren einiger Elemente an.

Klein legt 1. die Mittheilung des Herrn Professor Schröter in Breslau, Korrespondenten d. G., vor: Ueber die Bildungsweise und geometrische Konstruktion der Konfigurationen 10 y. 2. einen Aufsatz von Herrn Professor G. E. Müller hier: die Theorie der Muskelkontraktion. 3. eine eigene Arbeit: Zur Theorie der Abelschen Funktionen.

Meyer, von Herrn Auwers und ihm selbst: Ueber das dritte Benzildioxim.

Am 4. Mai. *De Lagarde* theilt Kleinigkeiten mit: a. se non e vero, e ben trovato. b. Giordano Brunos Wispurc. c. die Heimat der zahmen Kastanie und des Oelbaums. d. Iosephs ägyptischer Titel. e. Sura. Ferner übergiebt er eine Abhandlung des Herrn Professor Hoffmann in Kiel, Korrespondenten d. G., Ueber einige phönikische Inschriften. (Erscheint im 36. Bande.)

Riecke legt eine Mittheilung von Herrn W. Hallwachs in Darmstadt vor: Ueber den Zusammenhang des Elektri-

citätsverlustes durch Beleuchtung mit der Lichtabsorption.
Klein legt eine Mittheilung von Herrn Dr. Schönfliess vor: Ueber regelmässige Konfigurationen n_3 auf der allgemeinen Curve dritter Ordnung.

Am 1. Juni. *De Lagarde*, Maria Magdalena.
Kielhorn trägt eine Mittheilung vor Ueber das Verhältniss der indischen Aeren unter einander.
Klein legt vor 1. eine eigene Arbeit zur Theorie der Abelschen Funktionen. II. 2. im Anschluss daran die Arbeit von Herrn Dr. Wiltheiss in Halle: Die partiellen Differentialgleichungen der Abelschen Thetafunktionen dreier Argumente. 3. von Herrn Dr. Maschke in Berlin: Ueber eine merkwürdige Konfiguration gerader Linien im Raume.
Berthold legt eine Mittheilung vor von Herrn Prof. Vöchting in Tübingen, Korrespondenten d. G., Ueber Transplantation im Pflanzenkörper.

Am 6. Juli. *Riecke* legt eine Arbeit von Herrn E. Cohn vor: Die Absorption elektrischer Schwingungen in Elektrolyten.
Klein legt vor 1. von Herrn E. Pascal Zur Theorie der ungeraden Abelschen Sigmafunktionen dreier Argumente. 2. von Herrn Dr. David Hilbert in Königsberg: Zur Theorie der algebraischen Gebilde. III.

Am 3. Aug. *Merkel* legt eine Arbeit von Herrn Maas vor: Ueber die beim Menschen vorkommenden körnigen Pigmente.
Voigt legt vor: G. Baumgarten und W. Voigt Bestimmung der Elektricitätskonstanten einiger dichter Mineralien.
Klein legt von Herrn Wilhelm Wirtinger vor: Ueber das Analogon der Kummer'schen Fläche für $p = 3$.

Am 3. Nov. *Liebisch* kündigt eine kurze Note an: Ueber die Thermoelektricität der Krystalle.
Kielhorn legt Tafeln für die Berechnung der Jupiterjahre

in indischen Inschriften vor. (Wird im 36. Bd. der Abhandlungen gedruckt.)

Eine vorläufige Mittheilung von Herrn Dr. *Schumann* über Kontrasterscheinungen in Folge von Einstellung wird als Arbeit aus dem Philosophischen Seminar vorgelegt und aufgenommen.

Diese Mittheilungen sind, wenn nichts besonders bemerkt ist, in den bisher erschienenen 20 Nnmmern der Nachrichten gedruckt, die 542 Seiten enthalten. Von den Abhandlungen ist der 35. Band erschienen.

Von andern auf die Verwaltung bezüglichen Gegenständen, über die in unseren Sitzungen verhandelt wurde, möge Folgendes erwähnt werden.

Die Gesellschaft beschloss Herrn Hanssen zu seinem 80. Geburtstag, dem 31. Mai, ihre herzlichen Glückwünsche auszusprechen, was durch den Direktor und Sekretär ausgeführt wurde.

Dem beständigen Sekretär hatte die Gesellschaft am 9. December die Güte zu seinem 80. Geburtstage durch die Herren Senioren Ehlers und Wüstenfeld ihre Glückwünsche auszusprechen.

Mit der Biological Society in Liverpool und dem Research Laboratory of the Royal college of Physicians in Edinburgh wurde auf den Wunsch dieser Gesellschaften ein Austausch der erscheinenden Druckschriften (unsererseits Nachrichten) beschlossen.

Den Olbersschen Erben in Bremen, welche eine Sammlung der Werke des grossen Astronomen veranstalten, wird auf ihren Wunsch der Briefwechsel von Olbers und Gauss, der sich in der Gaussbibliothek befindet, zur Benutzung mitgetheilt. Herr Kollege Schering übernimmt das Nöthige zu besorgen.

Ferner wurde über Umfang und Inhalt der Nachrichten an das Königl. Kuratorium der Universität nach Aufforderung desselben ausführlich berichtet.

In der Sitzung am 16. November wurden die neuen Wahlen vorgenommen.

Für die Preisbewerbung im J. 1889 hatte die Gesellschaft im J. 1886 als Aufgabe gestellt eine Uebersicht über die arabische Literatur von ihren Anfängen bis zu der Zeit, in der die Türken Aegypten eroberten, zu geben. Obgleich sie noch im J. 1889 Mittheilung über eine wesentliche Erleichterung der Aufgabe machen konnte (Nachrichten S. 23 f.), ist doch eine Bewerbung nicht erfolgt.

Für 1890 lautet die Aufgabe der Physikalischen Klasse:

Es ist allgemein bekannt und anerkannt, dass dichte oder krystallinische Kalke, zumal des Mittel-Devon, allerlei Umwandlungen erlitten haben, sei es durch Veränderung ihrer Structur, sei es durch Stoffaustausch u. s. w. Die mechanischen und chemischen Vorgänge, welche hierbei mitwirken, sind jedoch durchaus nicht genügend bekannt. Es wird daher gewünscht, dass diese Umwandlungen mit Hülfe chemischer und mikroskopischer Untersuchungen verfolgt und erklärt werden möchten.

Die Aufgabe für 1891 lautet nach dem Vorschlag der Mathematischen Klasse:

Die Aufgabe der conformen Abbildung eines ebenen Bereiches auf ein Stück einer krummen Fläche, deren Krümmungsmass überall den constanten Werth k besitzt, hängt zusammen mit der Aufgabe, die partielle Differentialgleichung

$$\Delta u = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = -2k \cdot e^u$$

vorgeschriebenen Grenz- und Unstetigkeitsbedingungen gemäss zu integriren.

Für diese Aufgabe kommen zunächst die von Riemann in seiner Theorie der Abelschen Functionen angegebenen Grenz- und Unstetigkeitsbedingungen in Betracht.

Die Königliche Gesellschaft wünscht die Frage, ob es möglich ist, die angegebene partielle Differentialgleichung für einen gegebenen Bereich unter vorgeschriebenen Grenz- und Unstetigkeitsbedingungen der angegebenen Art zu integriren, vorausgesetzt, dass der Konstanten k negative Werthe beigelegt werden, vollständig beantwortet zu sehen.

Insbesondere wünscht die Königliche Gesellschaft den Fall der angeführten Aufgabe behandelt zu sehen, in welchem der betrachtete ebene Bereich eine geschlossene mehrfach zusammenhängende Riemannsche Fläche ist, während die Function u keine anderen als logarithmische Unstetigkeiten annehmen soll.

Die Aufgabe der Historisch-Philologischen Klasse für 1892 wird in nächster Zeit bekannt gemacht werden.

Die von der Wedekindschen Preisstiftung für deutsche Geschichte zur Lösung in dem am 14. März 1886 begonnenen fünften Verwaltungszeitraum gestellten Aufgaben sind in den Nachrichten 1887 S 69 f. bekannt gemacht, dann 1888 S. 134 ff. und 1889 S. 403 ff. wiederholt worden. Ausserordentlicher Weise ist aus den mit Beginn des Verwaltungszeitraums zu freier Verfügung gekommenen Geldern 1) an Herrn Dr. Löwenfeld in Berlin für seine Bemühungen um die neue Ausgabe der Jafféschen Regesta pontificum romanorum ein Ehrenpreis von 900 Mk. gegeben und sind 2) Herrn Professor Kluckhohn für eine Aufsuchung und Sammlung von Akten zu einer Geschichte des Bauernkrieges in Thüringen, Sachsen und Hessen 3000 Mk. bewilligt worden. Auch sind die Arbeiten zur endlichen Herausgabe der Chronik Hermann Korners glücklich in Gang gebracht.

Die zur Bewerbung um einen der Preise bestimmten Arbeiten müssen, mit einem Spruch versehn, vor Ablauf des Septembers des bestimmten Jahres an die Königl. Gesellschaft der Wissenschaften portofrei eingesandt werden und von einem versiegelten Zettel begleitet sein, welcher aussen den Spruch trägt, der die Arbeit bezeichnet, und innen Namen und Wohnort des Verfassers angiebt.

Das Direktorium der Gesellschaft ist mit dem 1. Oktober von Herrn Wüstenfeld an Herrn Ehlers übergegangen.

Die Gesellschaft hat im Laufe des J. 1889 durch den Tod verloren

I. die Ehrenmitglieder

Michele Amari in Rom, am 18. Juli,
und Freiherrn F. H. A. von Wangenheim-Waake, am 29. Oktober;

II. die Auswärtigen Mitglieder

1. der Physikalischen Klasse

Ernst Heinrich Karl von Dechen in Bonn, am 16. Februar,
Michel Eugène Chevreul in Paris, am 9. April,
F. C. Donders in Utrecht, am 24. April,
Anton Geuther in Jena, am 25. August;

2. der Historisch-philologischen Klasse

William Wright in Cambridge, am 22. Mai,
Julius Weizsäcker in Berlin, am 3. September;

III. die Korrespondenten der Historisch-philologischen Klasse

Karl Bötticher in Berlin, am 21. Juni,
Wilhelm Nassau-Lees in London, am 9. März,
Jean de Witte in Paris, am 30. Juli.

Ausserdem schied aus der Zahl der Ordentlichen Mitglieder der Physikalischen Klasse
Victor Meyer, da er mit dem Herbst an die Universität Heidelberg übergieng;

und aus der Zahl der Assessoren der Hist.-phil. Klasse
August Fick, der zu Ostern einem Rufe an die Universität Breslau folgte.

Neu gewählt endlich wurden am 16. November:

I. Nach dem Antrage der Physikalischen Klasse

1. zum Ordentlichen Mitglied

Herr Albert Peter, ordentlicher Professor der Botanik;

2. zu Auswärtigen Mitgliedern

Geh. Hofrath R. Leuckart, Prof. in Leipzig,
Geh. Rath Ernst von Brücke, Prof. in Wien,
Geh. Oberbergrath Ernst H. Beyrich, Prof. in Berlin,
Geh. Reg. Rath Victor Meyer, Prof. in Heidelberg;

3. zu Korrespondenten

Karl Kupffer, Professor in München,
Justus Rath, Professor in Berlin,
Archibald Geikie in London,
Otto Bütschli, Prof. in Heidelberg,
E. W. Benecke, Professor in Strassburg i/E.;

II. nach dem Antrag der Mathematischen Klasse zum Korrespondenten

Professor Gibbs am Yale College in New-Haven;

III. nach dem Antrag der Historisch-philologischen Klasse

1. zu Auswärtigen Mitgliedern

Gaston Paris, Membre de l'Institut, zu Paris,
Julius Ficker, Professor zu Innsbruck;

2. zu Korrespondenten

Arthur Breusing, Direktor der Seemanns-Schule in Bremen,
Konstantin Hoehlbaum, Stadtarchivar in Köln,
Karl Koppmann, Stadtarchivar in Rostock,
und R. Pischel, Professor in Halle a/S.

In der letzten Sitzung des J. 1889 (16. November) hatte Ehlers a. eine Abhandlung von sich „Zur Kenntniss der Pedicellineen“ vorgelegt (gedruckt in den Abhandlungen Bd. 36); und b. eine Arbeit des Privatdocenten Dr. Henking: „über die Befruchtung des Eies von Agelastica alni. Eine vorläufige Mittheilung.“ — v. Könen eine kurze Mittheilung gemacht; — Voigt eine Abhandlung von sich: „über die innere Reibung fester Körper, zumal der Krystalle, I.“ vorgelegt (gedruckt in den Abhandlungen Bd. 36); — Schwarz: „Mittheilungen über die Ergebnisse einiger neuerer Untersuchungen über Minimalflächen“ gemacht; Klein endlich a. eine Abhandlung von Herrn Ernst Pascal in Neapel: „Zur Theorie der geraden Sigmafunctionen dreier Argumente“ und b. des Privatdocenten Dr. Burkhardt „über eine hyperelliptische Multiplicatorgleichung“ vorgelegt.

Hieran schliesst sich eine kurze Uebersicht über die Mittheilungen, die in den 10 Sitzungen des Jahres 1890 gemacht worden sind.

Am 11. Jan. *de Lagarde* gab Nachträge zu früheren Mittheilungen.
Riecke legte eine Arbeit des Herrn Galizine in Strassburg i/E. »über das Daltonsche Gesetz«,
Bechtel, »kleine Aufsätze« vor, III. Reihe.

Am 1. Febr. *Riecke* theilt einen Aufsatz des Herrn Dr. Nernst mit: »Ueber ein neues Princip der Molekulargewichtsbestimmung«.
Wieseler kündigt einen kurzen Aufsatz an: »Verbesserungsvorschläge zu Euripides«.
Sauppe legt von Herrn Professor Leo Meyer in Dorpat, Korrespondenten der Gesellschaft, eine »Etymologische Mittheilung *Σήματ-(Σῆμα)* Zeichen« vor.

Am 19. März. *Klein* legt einen Aufsatz vor: »Zur Theorie der Lamé-schen Funktionen«.

Wüstenfeld eine Abhandlung: »Der Imâm el Schâfi'î, seine Schüler und Anhänger bis zum Jahre 300 d. H.«, die im Bd. 36 der Abhandlungen erscheint.

de Lagarde theilt 1. »Das älteste Glied der masoretischen Traditionskette« und 2. »Psalm 114 im Sidnâ rabbâ« mit.

Voigt legt von Hertz, Korrespondenten der G., eine Arbeit vor: »Ueber die Grundgleichungen der Elektrodynamik für ruhende Körper«.

Am 3. Mai. *Ehlers* legt eine vorläufige Mittheilung von Herrn Dr. Clemens Hartlaub vor: »Beitrag zur Kenntniss der Comatuliden-Fauna des indischen Archipels«.

Wieseler theilt »scenische Untersuchungen« mit.

de Lagarde legt »Exodus 1, 11« vor.

Riecke eine Arbeit »Ueber die Pyroelektricität des Turmalins«.

Voigt eine Abhandlung »Ueber den Zusammenklang zweier einfacher Töne«.

Am 7. Juni. *Riecke* giebt »Beiträge zu der von Gibbs entworfenen Theorie der Zustandsänderungen eines aus einer Mehrheit von Phasen bestehenden Systems.

Klein legt a. eine Arbeit von Franc. Brioschi in Mailand, auswärtigem Mitglied der Gesellschaft, vor: »Ueber die Reihenentwickelung der Sigmafunctionen zweier Veränderlichen« und b. von Dr. Schönfliess, Privatdocenten in Göttingen, eine Arbeit: »Ueber das gegenseitige Verhältniss der Theorieen über die Structur der Krystalle«.

de Lagarde legt »Septuagintastudien I» für die Abhandlungen (Bd. 37) vor.

Kielhorn einen Aufsatz über »die Mandasor-Inschrift vom Mâlava Jahre (529) = 472 n. Chr.«

Am 5. Juli. *Merkel* spricht »Ueber argentinische Gräberschädel«.

Liebisch legt einen Aufsatz des Herrn Dr. Pockels vor: »Ueber die Interferenzerscheinungen, welche Zwillingsplatten optisch einaxiger Krystalle im convergenten homogenen polarisirten Lichte zeigen«.

Schwarz legt vor: a. einen Aufsatz von Prof. Julius Weingarten in Charlottenburg, Korresp. der Gesellschaft, »Ueber particuläre Integrale der Differentialgleichung

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 V}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 V}{\partial z^2}=0$$

und eine mit der Theorie der Minimalflächen zusammenhängende Gattung von Flüssigkeitsbewegungen« und b. einen Aufsatz von O. Venske: »Ueber eine Abkürzung des ersten Hermiteschen Beweises der Transcendenz der Zahl *e*«.

Voigt legt vor: Bestimmung der Elasticitätsconstanten des brasilianischen Turmalins«.

Wieseler: »Weibliche Satyrn und Pane in der Kunst der Griechen und Römer«.

de Lagarde kündigt für den 36. Bd. der Abhandlungen an: »Nachträge und Regesten zu der im Band 35 erschienenen Uebersicht über die Bildung der Nomina im Aramaeischen, Arabischen und Hebräischen«.

Wagner legt einen Aufsatz vor: »Ueber ein spät mittelalterliches Verzeichniss geographischer Coordinatenwerte«.

Am 2. Aug. *Riecke* legt von sich vor: »a. Ueber stufenweise Dissociation und über die Dampfdichte des Schwefels.« b. »Ueber specielle Fälle von Gleichgewichtserscheinungen eines aus mehreren Phasen zusammengesetzten Systemes«, und c) von Herrn Privatdocenten Dr. Nernst: »Ueber die Theilung eines Stoffes zwischen zwei Lösungsmitteln«.

Voigt legt a. »eine kurze Notiz zur Theorie der Schwingungen gestrichener Saiten«. b. eine Abhandlung vor:

»Allgemeine Theorie der piëzo- und pyroelektrischen Erscheinungen an Krystallen« (erscheint im 36. Band der Abhandlungen.)

Schwarz theilt mit: a. »Bestimmung derjenigen Minimalflächen, welche eine Schaar reeller Curven zweiten Grades enthalten«. b. »Ueber den Kreisbogen als Lösung einer von Delaunay gestellten Aufgabe der Variationsrechnung«.

Klein legt vor: a. von Herrn Dr. Franz Meyer, Prof. in Clausthal: »Ueber Discriminanten und Resultanten von Singularitätengleichungen, II«. b. von Herrn Dr. Burckhardt, Privatdocenten: »Zur Theorie der Jacobischen Gleichungen 40. Grades«. c) von sich: »Ueber die Nullstellen der hypergeometrischen Reihe«.

Am 8. Nov. *Riecke* legt von sich vor a) »das thermische Potential für verdünnte Lösungen«, b. »über elektrische Ladung durch gleitende Reibung», und c. von den Herrn Privatdocenten P. Drude und W. Nernst: »Ueber das Verhalten des Wismuth im Magnetfelde in seiner Abhängigkeit von der Temperatur und der molekularen Beschaffenheit«.

Voigt legt vor: a. von Herrn Privatdocenten P. Drude: »Ueber die Grösse der Wirkungssphäre der Molekularkräfte und die Konstitutionskonstanten der Plateauxschen Glycerin-Seifenlösung«, b. von Herrn W. Venske: »Zur Integration der Gleichung $\Delta\Delta u = 0$«.

Klein legt vor: von Herrn Professor Franz Meyer in Clausthal: »Ueber Discriminanten und Resultanten von Singularitätengleichungen, III«. (vgl. 2. August.)

Wüstenfeld legt für die Abhandlungen (Bd. 37) vor: »Die gelehrten Schâfi'iten des 4. Jahrhunderts d. H«.

Wieseler giebt »Einige Nachträge zu dem Aufsatze (Nachrichten 1890 S. 385 ff.) über weibliche Satyrn und Pane in der Kunst der Griechen und Römer«.

de Lagarde legt vor: a. »Die Inschrift von Aduli, b. Das hebräische Wort gébhîm, c. Der Fluss Orontes, d. Die Stichometrie der syrisch-hexaplarischen Uebersetzung des alten Testamentes, e. *Σεισαρα.*«

Kielhorn legt vor: »Erklärung zweier Stellen des Kâvyâdarça«.

Weiland legt für die Abhandlungen (Bd. 37) seine »Beiträge zur Kritik der Chronik des Matthias von Neuenburg« vor.

Die hier aufgeführten Mittheilungen sind, wenn nicht ausdrücklich angegeben ist, dass sie in dem 36. oder 37. Band der Abhandlungen gedruckt sind, in den bis jetzt erschienenen 13 Nummern der Nachrichten enthalten, die 436 Seiten füllen.

Der Band 36 der Abhandlungen, der in diesen Tagen ausgegeben wird, enthält folgende Arbeiten:

I. Mathematische Klasse.

1. Ueber die innere Reibung der festen Körper, insbesondere der Krystalle, I. von W. Voigt.
2. Allgemeine Theorie der piëzo- und pyroelektrischen Erscheinungen an Krystallen, von W. Voigt.

II. Historisch-Philologische Klasse.

3. Ueber einige phönikische Inschriften, von G. Hoffmann.
4. Die Sprache des Papyrus Westcar. Eine Vorarbeit zur Grammatik der älteren ägyptischen Sprache, von Adolf Erman.
5. Tafeln zur Berechnung der Jupiterjahre nach den Regeln des Sûrya Siddhânta und des Iyotistattva, von F. Kielhorn.
6. Der Imâm el Shâfi'í, seine Schüler und Anhänger bis zum J. 300 d. H., von F. Wüstenfeld.

III. Physikalische Klasse.

7. Zur Kenntniss der Pedicellineen, von E. Ehlers. Mit 5 Tafeln.

Gedächtnisrede.

8. Julius Weizsäcker († 3. September 1889), von Ludwig Weiland.

Ausser den Nachrichten und Abhandlungen sind auch die Gelehrten Anzeigen fortdauernd bemüht gewesen in unparteiischer Gründlichkeit wissenschaftliche Kritik zu üben, soweit es der für unsere Blätter verfügbare Raum möglich macht.

Bei der Beschränktheit der Mittel, die uns für wissenschaftliche Zwecke zu Gebote stehn, haben wir für die gütige Fürsorge des Königlichen Staatsministeriums der Kultus-, Unterrichts- und Medicinalangelegenheiten, das uns für ausserordentliche Ausgaben auf das Jahr 1. April 1890/91 3000 Mk. zur Verfügung gestellt hat, den lebhaftesten Dank auszusprechen.

Von Geschäften, welche in den Sitzungen erledigt worden sind, verdienen folgende kurze Erwähnung.

Die mathematische Gesellschaft in Hamburg feierte am 15. Februar ihr 200jähriges, die physikalisch-oeconomische in Königsberg i./P. am 22. Februar ihr 100jähriges Jubiläum. Die Kön. Gesellschaft sendete ihre warmen Glückwünsche, denen Herr Schering für jene, Herr Peter für diese Worte geliehen hat.

In Tauschverkehr ist die Gesellschaft eingetreten mit der Akademie der Wissenschaften zu Stockholm, mit der Kuffnerschen Sternwarte in Ottenring bei Wien, mit dem Nova Scotian Institute of natural science in Halifax.

Die Universitätsbehörden zu Toronto (Canada) zeigten an, dass ihre ganze Bibliothek am 14. Februar ein Raub der Flammen geworden sei, und baten um Beiträge zu einer allmählichen Ersetzung derselben. In Erfüllung dieses Wunsches hat die Gesellschaft die Werke von Gauss in 6 Bänden und die Nachrichten von 1884—1889 durch die Buchhandlung F. A. Brockhaus in Leipzig abgesendet.

Mit Anfang Oktober ist das Direktorat der Gesellschaft an die Mathematische Klasse übergegangen und Herr Ernst Schering durch das Kön. Kuratorium als Director bestätigt worden.

Für dies Jahr hatte die Physikalische Klasse die Preisaufgabe gestellt:

Es ist allgemein bekannt und anerkannt, dass dichte oder krystallinische Kalke, zumal des Mittel-Devon, allerlei Umwandlungen erlitten haben, sei es durch Veränderung ihrer Structur, sei es durch Stoffaustausch u. s. w. Die mechanischen und chemischen Vorgänge, welche hierbei mitwirken, sind jedoch durchaus nicht genügend bekannt. Es wird daher gewünscht, dass diese Umwandlungen mit Hülfe chemischer und mikroskopischer Untersuchungen verfolgt und erklärt werden möchten.

Es ist keine Bewerbungsschrift eingegangen.

Die Aufgabe für 1891 lautet nach dem Vorschlag der Mathematischen Klasse:

Die Aufgabe der conformen Abbildung eines ebenen Bereiches auf ein Stück einer krummen Fläche, deren Krümmungsmass überall den constanten Werth k besitzt, hängt zusammen mit der Aufgabe, die partielle Differentialgleichung

$$\Delta u = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = -2k \cdot e^u$$

vorgeschriebenen Grenz- und Unstetigkeitsbedingungen gemäss zu integriren.

Für diese Aufgabe kommen zunächst die von Riemann in seiner Theorie der Abelschen Functionen angegebenen Grenz- und Unstetigkeitsbedingungen in Betracht.

Die Königliche Gesellschaft wünscht die Frage, ob es möglich ist, die angegebene partielle Differentialgleichung für einen gegebenen Bereich unter vorgeschriebenen Grenz- und Unstetigkeitsbedingungen der angegebenen Art zu integriren, vorausgesetzt, dass der Konstanten k negative Werthe beigelegt werden, vollständig beantwortet zu sehen.

Insbesondere wünscht die Königliche Gesellschaft den Fall der angeführten Aufgabe behandelt zu sehen, in welchem der betrachtete ebene Bereich eine geschlossene mehrfach zusammenhängende Riemannsche Fläche ist, während die Function u keine anderen als logarithmische Unstetigkeiten annehmen soll.

Die Aufgabe der Historisch-philologischen Klasse für 1892 ist folgende (s. Nachrichten 1890 S. 216 f.):

Für die älteste Geschichte Attikas ist es von ausserordentlicher Bedeutung zu wissen, an welchen Orten sich Heiligthümer der verschiedenen Götter und Heroen fanden, sowol in Athen selbst, als in der gesammten Landschaft, soweit es nach dem jetzigen Stande der topographischen, epigraphischen, genealogischen Forschungen möglich ist. Die Historisch-philologische Klasse stellt daher für 1892 die Aufgabe, dass eine sorgfältige Uebersicht der Kultstätten in Attika nach den Oertlichkeiten, an denen sie sich fanden, gegeben und, was sich daraus für die älteste Geschichte Attikas folgern lasse, dargestellt werde.

Für das Jahr 1893 stellt die Gesellschaft nach dem Vorschlag der Physikalischen Klasse die neue Anfgabe:

Aus den Untersuchungen von W. C. Röntgen und A. Kundt über die Aenderungen der optischen Eigenschaften des Quarzes im elektrischen Felde ergiebt sich ein enger Zusammenhang zwischen den elektrooptischen Erscheinungen und den elastischen Deformationen, welche jene piëzoelektrische Substanz unter der Einwirkung elektrostatischer Kräfte erfährt. Eine Ausdehnung dieser Forschungen auf eine grössere Reihe piëzoelektrischer Krystalle von verschiedenen Symmetrieeigenschaften erscheint in hohem Grade erwünscht. Gleichzeitig würde die Untersuchung darauf zu richten sein, ob die elektrooptischen Erscheinungen in piëzoelektrischen Krystallen ausschliesslich durch die im elektrischen Felde eintretenden Deformationen oder ausserdem durch eine directe Einwirkung der elektrostatischen Kräfte auf die Lichtbewegung hervorgerufen werden.

Die zur Bewerbung um einen der Preise bestimmten Arbeiten müssen, mit einem Spruch versehn, vor Ablauf des Septembers des bestimmten Jahres an die Kön. Gesellschaft der Wissenschaften portofrei eingesandt werden und von einem versiegelten Zettel begleitet sein, welcher aussen den Spruch trägt, der die Arbeit bezeichnet, und innen Namen und Wohnort des Verfassers angiebt.

Der Preis für jede Aufgabe beträgt 500 Mk.

Die von der Wedekindschen Preisstiftung für deutsche Geschichte zur Lösung in dem am 14. März 1886 begonnenen fünften Verwaltungszeitraum gestellten Aufgaben ist in den Nachrichten 1887 S. 69 f. bekannt gemacht, dann 1888 S. 134 ff. 1889 S. 403 ff., 1890 S. 217 ff. wiederholt worden. Die Summe von 3000 Mk., die Herrn Professor Kluckhohn für Aufsuchung

und Sammlung von Akten zu einer Geschichte des Bauernkrieges in Thüringen, Sachsen und Hessen bewilligt worden war (Nachrichten 1889 S. 561), ist ganz zur Auszahlung gekommen und die Vorbereitungen für die Ausgabe der Chronik Hermann Korners sind fleissig gefördert worden, sie gehn ihrem Abschluss entgegen.

Durch den Tod verlor die Historisch-philologische Klasse der Gesellschaft am 11. März Johann Gildemeister in Bonn, der seit 1859 ihr als Korrespondent und seit 1884 als auswärtiges Mitglied angehört hatte. Geboren war er am 20. Juli 1812. Am 30. December 1889 starb in London Henry Yule, der 1883 von der Gesellschaft zum Korrespondenten der Historisch-philologischen Klasse gewählt worden war. Noch in frischer Trauer ist die Gesellschaft um den Verlust ihres ordentlichen Mitgliedes in der Physikalischen Klasse Wilhelm Henneberg, der am 22. November starb. Er war seit 1867 Assessor und ordentliches Mitglied seit 1877. Geboren war er am 10. Oktober 1825.

Dagegen wählte die Gesellschaft in ihrer Sitzung am 22. November zum ordentlichen Mitglied in der Physikalischen Klasse:

Dr. Otto Wallach, Professor der Chemie;

zum auswärtigen Mitglied der Historisch-philologischen Klasse

Dr. Alexander Conze, Vorsitzenden des kaiserlich deutschen archaeologischen Institutes in Berlin, seit 1875 Korrespondenten in derselben Klasse;

zum Korrespondenten in der Historisch-philologischen Klasse:

Clements Robert Markham in London, Kustos im Geo-

graphical Departement des India Office und Mitglied des Council der R. Geographical Society of London, und

Dr. Hermann Oldenberg, Professor in Kiel;

zum Korrespondenten in der Physikalischen Klasse:

Dr. Eduard Schnitzer, Emin Pascha, in Bagamoyo in Ostafrika.

Verzeichnis der Mitglieder

der

Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.

Januar 1891.

Ehren-Mitglieder.

Adolf von Warnstedt in Göttingen, seit 1867.

Giuseppe Fiorelli in Rom, seit 1873.

Nicolai von Kokscharow in St. Petersburg, seit 1879. (Corresp. seit 1859).

Adolf Erik Freiherr von Nordenskiöld in Stockholm, seit 1879. (Corresp. seit 1871).

Principe Baldassare Boncompagni in Rom, seit 1880.

Heinrich von Stephan in Berlin, seit 1884.

Wilhelm Ernst Weber in Göttingen, seit 1887. (Zuvor ordentliches Mitglied der mathem. Klasse seit 1831).

Ordentliche Mitglieder.

Mathematische Classe.

M. Stern, seit 1862.

Ernst Schering, seit 1862. (Assessor seit 1860).

H. A. Schwarz, seit 1875. (Corresp. seit 1869).

E. Riecke, seit 1879. (Assessor seit 1872).

Woldemar Voigt, seit 1883.

Felix Klein, seit 1887. (Vorher Assessor seit 1871, Corresp. seit 1872).

Historisch-philologische Classe.

H. F. Wüstenfeld, seit 1856. (Assessor seit 1841).

H. Sauppe, seit 1857. Beständiger Sekretär seit 1885.

F. Wieseler, seit 1868.

G. Hanssen, seit 1869.

P. de Lagarde, seit 1876.

H. Wagner, seit 1880.

F. Frensdorff, seit 1881.

F. Kielhorn, seit 1882.

L. Weiland, seit 1882.

Physikalische Classe.

G. Meissner, seit 1861.
E. Ehlers, seit 1874.
A. v. Könen, seit 1881.
Friedrich Merkel, seit 1885.
Theodor Liebisch, seit 1887.
Gottfried Berthold, seit 1887.
Albert Peter, seit 1889.
Otto Wallach, seit 1890.

Assessoren.

Physikalische Classe.

E. F. H. Herbst, seit 1835.
C. Boedeker, seit 1857.
W. Krause, seit 1865.
B. Tollens, seit 1884.

Historisch-philologische Classe.

F. Bechtel, seit 1882.

Auswärtige Mitglieder.

Mathematische Classe.

George Biddel Airy in Greenwich, seit 1851.
Ernst Eduard Kummer in Berlin, seit 1856. (Corresp. seit 1851).
Franz E. Neumann in Königsberg, seit 1856.
Richard Dedekind in Braunschweig, seit 1862. (Corresp. seit 1859).
William Thomson in Glasgow, seit 1864. (Corresp. seit 1859).
Carl Weierstrass in Berlin, seit 1865. (Corresp. seit 1856).
Enrico Betti in Pisa, seit 1865.
Leopold Kronecker in Berlin, seit 1867. (Corresp. seit 1861).
Carl Neumann in Leipzig, seit 1868. (Corresp. seit 1864).
Francesco Brioschi in Mailand, seit 1870. (Corresp. seit 1869).
Arthur Cayley in Cambridge, seit 1881. (Corresp. seit 1864).
Charles Hermite in Paris, seit 1874. (Corresp. seit 1861).
Lazarus Fuchs in Berlin, seit 1875. (Zuvor ord. Mitglied seit 1874).
John Couch Adams in Cambridge, seit 1877. (Vorher Corresp. seit 1851).
Friedrich Kohlrausch in Strassburg, seit 1879. (Vorher Assessor seit 1867).
Luigi Cremona in Rom, seit 1880. (Vorher Corresp. seit 1869).
Werner von Siemens in Charlottenburg, seit 1880.

Gabriel Stokes in Cambridge, seit 1882. (Corresp. seit 1864).
Arthur Auwers in Berlin, seit 1882. (Vorher Corresp. seit 1871).
James Joseph Sylvester in Oxford, seit 1883. (Vorher Corresp. seit 1864).
Eugenio Beltrami in Pavia, seit 1883. (Vorher Corresp. seit 1875).
August Kundt in Berlin, seit 1883. (Vorher Corresp. seit 1875).
Wilhelm Foerster in Berlin, seit 1886. (Vorher Corresp. seit 1875).
Ludwig Boltzmann in Graz, seit 1887. (Vorher Corresp. seit 1882).
Gustav Wiedemann in Leipzig, seit 1888.

Historisch-philologische Classe.

Theodor Mommsen in Berlin, seit 1867. (Corresp. seit 1857).
Ernst Curtius in Berlin, seit 1868. (Zuvor ordentl. Mitglied seit 1856).
George Bancroft in Washington, seit 1868.
Franz Miklosich in Wien, seit 1868.
Carl Hegel in Erlangen, seit 1871. (Corresp. seit 1857).
Heinrich von Sybel in Berlin, seit 1871. (Corresp. seit 1863).
Rudolph von Roth in Tübingen, seit 1872. (Corresp. seit 1853).
August Dillmann in Berlin, seit 1872. (Corresp. seit 1857).
Sir Henry Rawlinson in London, seit 1872.
Alfred Ritter von Arneth in Wien, seit 1874. (Corresp. seit 1870).
Charles Newton in London, seit 1877.
Heinrich Brugsch-Pascha in Berlin, seit 1878. (Zuvor ord. Mitgl. seit 1869).
Adolf Kirchhoff in Berlin, seit 1881. (Corresp. seit 1865).
Theodor Nöldeke in Strassburg, seit 1883. (Corresp. seit 1864).
Leopold Delisle in Paris, seit 1886. (Corresp. seit 1866).
Theodor von Sickel in Wien, seit 1886. (Corresp. seit 1868).
Wilhelm Wattenbach in Berlin, seit 1886. (Corresp. seit 1865).
Giovanni Battista de Rossi in Rom, seit 1887. (Vorher Corresp. seit 1860).
Julius Oppert in Paris, seit 1887. (Vorher Corresp. seit 1876).
Wilhelm Roscher in Leipzig, seit 1888.
M. J. de Goeje in Leiden, seit 1888. (Vorher Corresp. seit 1872).
Gaston Paris in Paris, seit 1889.
Julius Ficker in Innsbruck, seit 1889. (Vorher Corresp. seit 1866).
Alexander Conze in Berlin, seit 1890. (Vorher Corresp. seit 1875).

Physikalische Classe.

Robert Bunsen in Heidelberg, seit 1855.
Sir Richard Owen in London, seit 1859.
August Wilhelm Hofmann in Berlin, seit 1860.

Hermann Kopp in Heidelberg, seit 1863. (Corresp. seit 1855).
Joseph Dalton Hooker zu Kew bei London, seit 1865.
Hermann von Helmholtz in Berlin, seit 1868. (Corresp. seit 1856).
Carl Claus in Wien, seit 1873. (Zuvor ordentl. Mitglied seit 1871).
Eduard Frankland in London, seit 1873.
Max von Pettenkofer in München, seit 1874.
Alex. William Williamson in London, seit 1874.
James Dwight Dana in Newhaven (Connecticut), seit 1874.
Joh. Jap. Sm. Steenstrup in Kopenhagen, seit 1876. (Corresp. seit 1860).
Gabriel August Daubrée in Paris, seit 1876.
A. L. Descloizeaux in Paris, seit 1877. (Corresp. seit 1868).
Carl von Nägeli in München, seit 1877.
Aug. Kekulé in Bonn, seit 1880. (Corresp. seit 1869).
Albert von Kölliker in Würzburg, seit 1882. (Corresp. seit 1862).
Johannes Reinke in Kiel, seit 1885. (Vorher ordentl. Mitglied seit 1882).
Karl Ludwig in Leipzig, seit 1885. (Vorher Corresp. seit 1861).
Carl Klein in Berlin, seit 1888. (Vorher ordentl. Mitglied seit 1877).
H. Graf zu Solms-Laubach in Strassburg, seit 1888. (Vorher ord. Mitgl. s. 1879).
Rudolf Leuckart in Leipzig, seit 1889. (Vorher Corresp. seit 1859).
Ernst von Brücke in Wien, seit 1889. (Vorher Corresp. seit 1861).
Ernst H. Beyrich in Berlin, seit 1889. (Vorher Corresp. seit 1878).
Victor Meyer in Heidelberg, seit 1889. (Vorher ordentl. Mitglied seit 1885).

Correspondenten.

Mathematische Classe.

Ludwig Seidel in München, seit 1854.
John Tyndall in London, seit 1859.
Wilhelm Gottlieb Hankel in Leipzig, seit 1864.
Carl Hermann Knoblauch in Halle, seit 1864.
Georg Quincke in Heidelberg, seit 1866.
Benj. Apthorp Gould in Cambridge, V. St., seit 1867.
Rudolf Lipschitz in Bonn, seit 1867.
Elwin Bruno Christoffel in Strassburg, seit 1869.
Wilh. Theod. Bernhard Holtz in Greifswald, seit 1869.
Georg Salmon in Dublin, seit 1869.
Paul Gordan in Erlangen, seit 1870.
Ludwig Schlaefli in Bern, seit 1871.

Sophus Lie in Leipzig, seit 1872.
Adolf Mayer in Leipzig, seit 1872.
Carl Anton Bjerknes in Christiania, seit 1873.
Johannes Thomae in Jena, seit 1873.
Leo Königsberger in Heidelberg, seit 1874.
Bernhard Minnigerode in Greifswald, seit 1874.
Heinrich Weber in Marburg, seit 1875.
William Huggins in London, seit 1876.
Joseph Norman Lockyer in London, seit 1876.
Theodor Reye in Strassburg, seit 1877.
Pierre Ossian Bonnet in Paris, seit 1877.
Franz Carl Joseph Mertens in Graz, seit 1877.
Felice Casorati in Pavia, seit 1877.
Gösta Mittag-Leffler in Stockholm, seit 1878.
Georg Cantor in Halle, seit 1878.
Wilhelm Hittorf in Münster, seit 1879.
Hugo Gyldén in Stockholm, seit 1879.
Ulisse Dini in Pisa, seit 1880.
Heinr. Schröter in Breslau, seit 1882.
Ferdinand Lindemann in Königsberg, seit 1882.
Ludw. Kiepert in Hannover, seit 1882.
Gaston Darboux in Paris, seit 1883.
Wilhelm Conrad Röntgen in Würzburg, seit 1883.
Ludwig Sylow in Fredrikshald, seit 1883.
François Felix Tisserand in Paris, seit 1884.
Henri Poincaré in Paris, seit 1884.
Emile Picard in Paris, seit 1884.
J. Boussinesq in Paris, seit 1886.
Georg Frobenius in Zürich, seit 1886.
William Lord Rayleigh in Witham, Essex, seit 1886.
Julius Weingarten in Berlin, seit 1886.
Hermann Vogel in Potsdam, seit 1887.
Emil Warburg in Freiburg, seit 1887.
Ernst Mach in Prag, seit 1887.
Simon Newcomb in Washington, seit 1888.
Alexander Brill in Tübingen, seit 1888.
Heinrich Hertz in Bonn, seit 1888.
J. Willard Gibbs in Newhaven, seit 1889.

Historisch-philologische Classe.

A. R. Rangabé in Athen, seit 1857.
Max Müller in Oxford, seit 1861.
Jacob Burckhard in Basel, seit 1865.
Leo Meyer in Dorpat seit 1865. (Vorher Assessor seit 1861.)
Matthias de Vries in Leiden, seit 1865.
Theodor Aufrecht in Bonn, seit 1869.
Ulrich Köhler in Berlin, seit 1871.
Ludwig Müller in Kopenhagen, seit 1871.
E. A. Freeman zu Sommerleaze, Engl., seit 1872.
Giulio Minervini in Neapel, seit 1872.
William Stubbs in Oxford, seit 1872.
Xavier Heuschling in Brüssel, seit 1874.
Ferdinand Justi in Marburg, seit 1875.
Heinrich von Brunn in München, seit 1876.
Stephanos Kumanudes in Athen, seit 1876.
Reginald Stuart Poole in London, seit 1876.
Ludwig Hänselmann in Braunschweig, seit 1878.
Adolf Michaelis in Strassburg, seit 1879.
Eduard Winkelmann in Heidelberg, seit 1880.
Georg Hoffmann in Kiel, seit 1881.
Franz Bücheler in Bonn, seit 1881.
August Nauck in St. Petersburg, seit 1881.
Wolfgang Helbig in Rom, seit 1882.
Joh. G. Bühler in Wien, seit 1883.
Otto Benndorf in Wien, seit 1884.
Curt Wachsmuth in Leipzig, seit 1884.
Heinrich Nissen in Bonn, seit 1884.
Adalbert Bezzenberger in Königsberg, seit 1884.
J. F. Fleet in Bombay, seit 1885.
Friedrich Hultsch in Dresden, seit 1885.
Johannes Vahlen in Berlin, seit 1885.
Percy Gardner in London, seit 1886.
Friedrich Imhoof-Blumer in Winterthur, seit 1886.
Heinrich Kiepert in Berlin, seit 1886.
Adolf Köcher in Hannover, seit 1886.
Charles Piot in Brüssel, seit 1886.

Joh. Gottfried Wetzstein in Berlin, seit 1886.
Eugen Petersen in Rom, seit 1887.
Hermann Usener in Bonn, seit 1887.
Sophus Bugge in Christiania, seit 1887.
Ignazio Guidi in Rom, seit 1887.
Wilhelm Pertsch in Gotha, seit 1888.
Otto Ribbeck in Leipzig, seit 1888.
Adolf Erman in Berlin, seit 1888.
Arthur Breusing in Bremen, seit 1889.
Konstantin Hoehlbaum in Giessen, seit 1889.
Karl Koppmann in Rostock, seit 1889.
Rudolf Pischel in Halle, seit 1889.
Clements Robert Markham in London, seit 1890.
Hermann Oldenberg in Kiel.

Physikalische Classe.

Joseph Hyrtl in Wien, seit 1859.
F. H. Bidder in Dorpat, seit 1860.
Carl Schmidt in Dorpat, seit 1860.
Heinrich Limpricht in Greifswald, seit 1860. (Vorher Assessor seit 1857).
Emil du Bois Reymond in Berlin, seit 1861.
Archangelo Scacchi in Neapel, seit 1861.
Thomas H. Huxley in London, seit 1862.
Ferdinand Römer in Breslau, seit 1862.
Charles Upham Shepard in Amherst, V. St., seit 1862.
Alvaro Reynoso in Havanna, seit 1865.
Ferdinand von Müller in Melbourne, seit 1867.
Jean Charles de Marignac in Genf, seit 1868.
Alex. Theodor von Middendorff auf Hellenorm bei Dorpat, seit 1868.
Robert Mallet in London, seit 1869.
Carl Friedrich Rammelsberg in Berlin, seit 1870.
Eduard Pflüger in Bonn, seit 1872.
J. S. Stas in Brüssel, seit 1873.
Henry Enfield Roscoe in Manschester, seit 1874.
Johann Strüver in Rom, seit 1874.
Ferdinand Freiherr von Richthofen in Berlin, seit 1875.
Wilhelm Waldeyer in Berlin, seit 1877.
Alexander Agassiz in Cambridge, V. St., seit 1879.

Adolf Baeyer in München, seit 1879.
Carl von Voit in München, seit 1879.
Friedrich Beilstein in St. Petersburg, seit 1880.
Wilhelm His in Leipzig, seit 1880.
H. Rosenbusch in Heidelberg, seit 1882.
R. Fittig in Strassburg, seit 1882.
Franz Eilhard Schulze in Berlin, seit 1883.
Gustav Tschermak in Wien, seit 1884.
Eduard Süss in Wien, seit 1884.
Theodor Wilh. Engelmann in Utrecht, seit 1884.
Edouard Bornet in Paris, seit 1885.
William Crawford Williamson in Manchester, seit 1885.
Wilhelm Pfeffer in Leipzig, seit 1885.
James Hall in Albany (New-York), seit 1885.
Ludimar Hermann in Königsberg, seit 1886.
Sven Lovén in Stockholm, seit 1886.
Gustav Retzius in Stockholm, seit 1886.
Ferdinand Zirkel in Leipzig, seit 1886.
Walther Flemming in Kiel, seit 1887.
Hermann Vöchting in Tübingen, seit 1888.
Eugen Warming in Kopenhagen, seit 1888.
Karl Kupffer in München, seit 1889.
Justus Roth in Berlin, seit 1889.
Archibald Geikie in London, seit 1889.
Otto Bütschli in Heidelberg, seit 1889.
E. W. Benecke in Strassburg, seit 1889.
Eduard Schnitzer, Emin Pascha in Bagamoyo, seit 1890.

ABHANDLUNGEN

DER

MATHEMATISCHEN KLASSE

DER

KÖNIGLICHEN GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN

ZU GÖTTINGEN.

SECHSUNDDREISSIGSTER BAND.

Ueber die innere Reibung der festen Körper, insbesondere der Krystalle.

Von

W. Voigt.

Vorgelegt in der Sitzung der K. Ges. d. Wiss. am 7. December 1889.

I. Theil.

Das Ziel der mit der vorliegenden Arbeit eröffneten Reihe von Untersuchungen ist die Zurückführung der Erscheinungen der inneren Reibung auf fundamentale Constanten. Diese erste Mittheilung enthält ausschliesslich theoretische Grundlagen, die folgenden sollen die Bestimmungen der Reibungsconstanten für eine Reihe isotroper und anisotroper fester Körper bringen.

Unter innerer Reibung verstehe ich dabei nur diejenige zwischen den Theilen desselben Körpers wirkende Kraft, welche ebenso wie die Flüssigkeitsreibung in Folge von Geschwindigkeitsdifferenzen innerhalb des Körpers auftritt und also mit verschwindender Geschwindigkeit selbst zu wirken aufhört. Es handelt sich daher im Folgenden nur um die Untersuchung von Bewegungserscheinungen innerhalb der sogenannten Elasticitätsgrenze, das heißt von denjenigen, welche so geringe Deformationen hervorrufen, daß ihnen gegenüber der Körper sich als vollständig elastisch verhält, und also nach Aufhören der Bewegungen und äußeren Einwirkungen in den ursprünglichen (natürlichen) Zustand zurückkehrt. Die Erscheinungen der sogenannten elastischen Nachwirkung, welche, wie ich glaube, stets von dauernden Deformationen begleitet werden, sind daher von der Behandlung ausgeschlossen.

Die Untersuchung bezieht sich nur auf homogene isotrope oder

anisotrope Körper; die Anwendung der gefundenen Resultate auf gezogene Stäbe, Drähte, Röhren, innerhalb deren wahrscheinlich sehr complicirte Structurverhältnisse stattfinden, ist daher im Allgemeinen nicht zulässig.

Das durch Vorstehendes umgrenzte Gebiet ist, soweit ich sehe, noch kaum angebaut. Ist zwar auch die Verschiedenheit von elastischer Nachwirkung und innerer Reibung in neueren Untersuchungen nachdrücklich betont und ist auch bei Stäben von sehr geringer Nachwirkung das logarithmische Decrement von Torsionsschwingungen und somit eine von der innern Reibung direct abhängige Constante experimentell bestimmt, so handelt es sich dabei doch immer um die Feststellung des Einflusses von Nebenumständen wie Schwingungsamplitude, Länge und Querschnitt des Stabes, Moment des an ihm befestigten trägen Systemes, Temperatur u. dergl., nicht aber um die Zurückführung der Beobachtung auf der Substanz des Stabes individuelle Constanten[1]). Ferner sind die benutzten Bewegungsgleichungen zumeist nur wie Interpolationsformeln aufgestellt und nicht aus einer allgemeinen Theorie geschöpft. Eben die hierin liegenden Lücken suchen die folgenden Arbeiten auszufüllen.

Die Ausdehnung der Untersuchungen auf Krystalle bietet besonders deshalb ein Interesse, weil die innere Reibung eine Eigenschaft der Materie ist, welche gewissermaßen noch niederere Symmetrieen besitzt, nämlich von noch mehr Constanten abhängt, als selbst die Elasticität, und welche demgemäß das äußerste Glied der Reihe physikalischer Eigenschaften der Krystalle nach der einen Seite hin bildet, die auf der anderen durch diejenigen begrenzt wird, welche, wie thermische Ausdehnung, Wärme- und Electricitätsleitung und dergl. in ihrem Verhalten durch Ellipsoide zu repräsentiren sind.

Die Gesetze der innern Reibung der Krystalle gehen in vieler Hinsicht denen ihrer Elasticität parallel, und das gleiche gilt von der Theorie

1) S. hierzu z. B. W. Thomson, Proc. Roy. Soc. **14**, 1865, p. 289. H. Streintz, Wien. Ber. **69**, 1874, p. 337. **80**, 1879, p. 397. P. Schmidt. Wied. Ann. **2**, 1877, p. 48. J. Clemenčić, Wien. Ber. **81**, 1880, p. 791. H. Tomlinson, Proc. Roy. Soc. **38**, 1885. p. 42. **40**, 1886, p. 343. Phil. Trans. **177**, 1886. p. 801.

derjenigen Erscheinungen, deren Beobachtungen zur Bestimmung ihrer Constanten zu verwenden sind. Für letztere werde ich vielfach auf meine »Theoretischen Studien über die Elasticitätsverhältnisse der Krystalle II. Theil[1]« Bezug nehmen müssen.

§ 1. Entwickelung der Ausdrücke für die Reibungscomponenten, welche den verschiedenen Krystallsystemen entsprechen.

Die allgemeinen Bewegungsgleichungen eines nicht starren Körpers lauten bekanntlich:

$$\begin{aligned}
\varepsilon u'' &= \varepsilon X - \frac{\partial(X_x)}{\partial x} - \frac{\partial(X_y)}{\partial y} - \frac{\partial(X_z)}{\partial z},\\
\varepsilon v'' &= \varepsilon Y - \frac{\partial(Y_x)}{\partial x} - \frac{\partial(Y_y)}{\partial y} - \frac{\partial(Y_z)}{\partial z},\\
\varepsilon w'' &= \varepsilon Z - \frac{\partial(Z_x)}{\partial x} - \frac{\partial(Z_y)}{\partial y} - \frac{\partial(Z_z)}{\partial z}.
\end{aligned} \tag{1}$$

Hierin bezeichnet ε die Dichtigkeit, u'', v'', w'' sind die Beschleunigungen der Verrückungscomponenten u, v, w, ferner sind X, Y, Z die Componenten der äusseren auf innere Punkte wirkenden Kräfte, (X_x), (X_y), (X_z), ... die Componenten der inneren von Reibung, Elasticität oder dergl. herrührenden Druckkräfte. Erstere Kräfte sind auf die Einheit der Masse, letztere auf die Einheit der Fläche bezogen.

Durch Multiplication mit $u'dk$, $v'dk$, $w'dk$ und Integration über den ganzen Körper k erhält man nach bekannten Methoden:

$$\begin{aligned}
&\int \varepsilon dk\,(u'u'' + v'v'' + w'w'')\\
&= \int \varepsilon dk\,(Xu' + Yv' + Zw') + \int do(\overline{X}\overline{u}' + \overline{Y}\overline{v}' + \overline{Z}\overline{w}')\\
&\quad + \int dk\Big((X_x)x'_x + (Y_y)y'_y + (Z_z)z'_z + (Y_z)y'_z + (Z_x)z'_x + (X_y)x'_y\Big)
\end{aligned} \tag{2}$$

worin x'_x, y'_y, ... die Deformationsgeschwindigkeiten und $\overline{X}$, $\overline{Y}$, $\overline{Z}$ die Componenten der auf die Oberfläche o ausgeübten äußeren Druckkräfte bezeichnen, letztere bezogen auf die Flächeneinheit.

1) W. Voigt. Gött. Abh. 34. 1887, p. 53.

Wirken in dem Körper Widerstandskräfte, so verlangt der zweite Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie, daß durch dieselben jederzeit die lebendige Kraft geordneter d. h. elastischer Bewegung abnimmt, diejenige ungeordneter d. h. thermischer Bewegung zunimmt, und dies ergiebt, daß die Arbeit der Reibungskräfte jederzeit negativ sein, d. h. sich als eine negative Summe von Quadraten darstellen muß.

Fügt man die Annahme hinzu, daß die Betrachtung auf so kleine Geschwindigkeiten beschränkt sein soll, daß man die Reibungskräfte als lineäre Functionen der Deformationsgeschwindigkeiten betrachten kann — man vernachlässigt dabei allem Anschein nach erst Glieder dritter Ordnung — so erhält man für die Antheile an den Gesammt-Drucken (X_x), (Y_y), (Z_z), ..., welche der innern Reibung entsprechen und welche mit A_x, B_y, C_z, ... bezeichnet werden mögen, den Ansatz:

$$
\begin{aligned}
-A_x &= a_{11} x'_x + a_{12} y'_y + a_{13} z'_z + a_{14} y'_z + a_{15} z'_x + a_{16} x'_y,\\
-B_y &= a_{21} x'_x + a_{22} y'_y + a_{23} z'_z + a_{24} y'_z + a_{25} z'_x + a_{26} x'_y,\\
-C_z &= a_{31} x'_x + a_{32} y'_y + a_{33} z'_z + a_{34} y'_z + a_{35} z'_x + a_{36} x'_y,\\
-B_z = -C_y &= a_{41} x'_x + a_{42} y'_y + a_{43} z'_z + a_{44} y'_z + a_{45} z'_x + a_{46} x'_y,\\
-C_x = -A_z &= a_{51} x'_x + a_{52} y'_y + a_{53} z'_z + a_{54} y'_z + a_{55} z'_x + a_{56} x'_y,\\
-A_y = -B_x &= a_{61} x'_x + a_{62} y'_y + a_{63} z'_z + a_{64} y'_z + a_{65} z'_x + a_{66} x'_y.
\end{aligned} \tag{3}
$$

Zwischen den 36 im Allgemeinen von einander unabhängigen Coefficienten bestehen dabei nur jene von Jacobi [1]) gegebenen Bedingungen, welche daraus folgen, daß

$$\Phi = -(A_x x'_x + B_y y'_y + C_z z'_z + B_z y'_z + C_x z'_x + A_y x'_y)$$

wesentlich positiv ist, und auf welche neuerdings bei einer ähnlichen Frage in der Elasticitätslehre unlängst Herr Wesendonck wieder hingewiesen hat [2]).

Diese bestehen darin, daß die Partialdeterminanten

$$\frac{\partial P}{\partial a_{11}},\quad \frac{\partial^2 P}{\partial a_{11}\,\partial a_{22}},\quad \frac{\partial^3 P}{\partial a_{11}\,\partial a_{22}\,\partial a_{33}}\ \ldots$$

1) Jacobi, Crelle's Journ. 53 p. 281, 1857.

2) Wesendonck, Wied. Ann. 35, p. 124, 1888.

und daher, weil die Reihenfolge der Anordnung willkürlich ist, alle Partialdeterminanten der Form

$$\frac{\partial^n P}{\partial a_{hh}\,\partial a_{kk}\,\partial a_{ii}\cdots}$$

von der Gesammtdeterminante

$$P = \begin{vmatrix} a_{11} & \cdots & a_{16} \\ \vdots & & \vdots \\ a_{61} & \cdots & a_{66} \end{vmatrix}$$

das gleiche Vorzeichen besitzen müssen, also, da jedes der Diagonalglieder eine solche Determinante darstellt und nach seiner Bedeutung nothwendig positiv ist, sämmtlich auch positiv sein müssen.

Diese Bedingungen liefern aber zwischen den Reibungsconstanten keine Gleichungen, sondern nur Ungleichungen.

Was die Specialisirung der allgemeinen Gleichungen (3) für die verschiedenen Krystallsysteme betrifft, so geschieht diese mit Hülfe der Annahme, daß krystallographisch gleichwerthige Richtungen auch physikalisch gleichwerthig sind. Man möchte zunächst geneigt sein, sie auf die Arbeit der Reibungskräfte anzuwenden, die als eine quadratische Form der Argumente x_x', y_y', z_z', y_z', z_x', x_y' nahe parallel geht dem elastischen Potential, das in demselben Verhältniß zu den x_x, y_y, z_z, y_z, z_x, x_y steht. Indessen erweist sich dies Verfahren ungeeignet, weil in der Arbeit Φ die Constanten des Systems (3) je in einem Paar der Form $a_{hk} + a_{kh}$ verbunden auftreten, die Einführung der Symmetrieen, welche den verschiedenen Krystallsystemen entsprechen, also nichts über die einzelnen Constanten, sondern nur etwas über diese Paare ergiebt.

Man hat daher die Betrachtungen an die einzelnen Reibungscomponenten A_x, B_y, C_z, B_z, C_x, A_y anzuknüpfen[1]). Für ihre Durchführung

1) Die Resultate kommen für die holoëdrischen Formen aller sechs Systeme und die rhomboëdrisch-hemiëdrischen mit denjenigen überein, die Herr F. Neumann (Vorles. über Elast. Leipzig 1885, p. 164 bis 176) für die Elasticitätsconstanten in eben diesen Gruppen erhalten hat, indem er die Symmetrieelemente die-

schicken wir einige Bemerkungen über die Einführung eines neuen Coordinatensystems voraus.

Seien zwei rechtwinklige Coordinatensysteme X, Y, Z und $\Xi, \mathrm{H}, \mathrm{Z}$, von denen das letztere weiterhin das durch seine Beziehungen zu den Axen des Krystalls ausgezeichnete Hauptaxensystem sein mag, in ihrer gegenseitigen Lage bestimmt durch die Formeln:

$$
(4) \qquad \begin{aligned}
x &= \xi\alpha_1 + \eta\beta_1 + \zeta\gamma_1, & \xi &= x\alpha_1 + y\alpha_2 + z\alpha_3,\\
y &= \xi\alpha_2 + \eta\beta_2 + \zeta\gamma_2, & \eta &= x\beta_1 + y\beta_2 + z\beta_3,\\
z &= \xi\alpha_3 + \eta\beta_3 + \zeta\gamma_3, & \zeta &= x\gamma_1 + y\gamma_2 + z\gamma_3,
\end{aligned}
$$

seien ferner die Deformationsgeschwindigkeiten und die Druckkräfte der inneren Reibung abgekürzt bezeichnet wie folgt:

$$
(5) \qquad \begin{array}{llllll}
x'_x = p_1, & y'_y = p_2, & z'_z = p_3, & y'_z = p_4, & z'_x = p_5, & x'_y = p_6,\\
\xi'_\xi = \pi_1, & \eta'_\eta = \pi_2, & \zeta'_\zeta = \pi_3, & \eta'_\zeta = \pi_4, & \zeta'_\xi = \pi_5, & \xi'_\eta = \pi_6,\\
A_x = P_1, & B_y = P_2, & C_z = P_3, & B_z = P_4, & C_x = P_5, & A_y = P_6,\\
\mathrm{A}_\xi = \Pi_1, & \mathrm{B}_\eta = \Pi_2, & \Gamma_\zeta = \Pi_3, & \mathrm{B}_\zeta = \Pi_4, & \Gamma_\xi = \Pi_5, & \mathrm{A}_\eta = \Pi_6,
\end{array}
$$

und bedeute $\sum_h$ die Summe über $h = 1, 2, 3, 4, 5, 6$.

Dann gelten die Formeln:

$$
(6) \qquad \begin{aligned}
p_h &= \sum_k \pi_k d_{hk}, & \pi_k &= \sum_h p_h d'_{hk},\\
P_h &= \sum_k \Pi_k d'_{hk}, & \Pi_k &= \sum_h P_h d_{hk},
\end{aligned}
$$

worin die d_{hk} und d'_{hk} folgende Systeme von Coefficienten repräsentiren:

(7)

d_{hk}	$k=1$	2	3	4	5	6
$h=1$	α_1^2	β_1^2	γ_1^2	$\beta_1\gamma_1$	$\gamma_1\alpha_1$	$\alpha_1\beta_1$
2	α_2^2	β_2^2	γ_2^2	$\beta_2\gamma_2$	$\gamma_2\alpha_2$	$\alpha_2\beta_2$
3	α_3^2	β_3^2	γ_3^2	$\beta_3\gamma_3$	$\gamma_3\alpha_3$	$\alpha_3\beta_3$
4	$2\alpha_2\alpha_3$	$2\beta_2\beta_3$	$2\gamma_2\gamma_3$	$(\beta_2\gamma_3 + \gamma_2\beta_3)$	$(\gamma_2\alpha_3 + \alpha_2\gamma_3)$	$(\alpha_2\beta_3 + \beta_2\alpha_3)$
5	$2\alpha_3\alpha_1$	$2\beta_3\beta_1$	$2\gamma_3\gamma_1$	$(\beta_3\gamma_1 + \gamma_3\beta_1)$	$(\gamma_3\alpha_1 + \alpha_3\gamma_1)$	$(\alpha_3\beta_1 + \beta_3\alpha_1)$
6	$2\alpha_1\alpha_2$	$2\beta_1\beta_2$	$2\gamma_1\gamma_2$	$(\beta_1\gamma_2 + \gamma_1\beta_2)$	$(\gamma_1\alpha_2 + \alpha_1\gamma_2)$	$(\alpha_1\beta_2 + \beta_1\alpha_2)$

---

ser Gruppen berücksichtigte, aber die Existenz eines elastischen Potentiales nicht voraussetzte. Wir werden oben das Problem indeß für alle Krystallformen durchführen.

d'_{hk}	$k=1$	2	3	4	5	6	
$h=1$	α_1^2	β_1^2	γ_1^2	$2\beta_1\gamma_1$	$2\gamma_1\alpha_1$	$2\alpha_1\beta_1$	
2	α_2^2	β_2^2	γ_2^2	$2\beta_2\gamma_2$	$2\gamma_2\alpha_2$	$2\alpha_2\beta_2'$	
3	α_3^2	β_3^2	γ_3^2	$2\beta_3\gamma_3$	$2\gamma_3\alpha_3$	$2\alpha_3\beta_3$	(8)
4	$\alpha_2\alpha_3$	$\beta_2\beta_3$	$\gamma_2\gamma_3$	$(\beta_2\gamma_3+\gamma_2\beta_3)$	$(\gamma_2\alpha_3+\alpha_2\gamma_3)$	$(\alpha_2\beta_3+\beta_2\alpha_3)$	
5	$\alpha_3\alpha_1$	$\beta_3\beta_1$	$\gamma_3\gamma_1$	$(\beta_3\gamma_1+\gamma_3\beta_1)$	$(\gamma_3\alpha_1+\alpha_3\gamma_1)$	$(\alpha_3\beta_1+\beta_3\alpha_1)$	
6	$\alpha_1\alpha_3$	$\beta_1\beta_2$	$\gamma_1\gamma_2$	$(\beta_1\gamma_2+\gamma_1\beta_2)$	$(\gamma_1\alpha_2+\alpha_1\gamma_2)$	$(\alpha_1\beta_2+\beta_1\alpha_2)$.	

Zwischen den d_{hk} und d'_{hk} bestehen dabei, wie leicht zu erkennen, folgende wichtige Relationen:

$$\sum_h d_{hk}\, d'_{hk_1} \begin{cases} = 1 \text{ für } k = k_1, \\ = 0 \text{ für } k \lessgtr k_1; \end{cases}$$

ebenso (9)

$$\sum_k d_{hk}\, d'_{h_1 k} \begin{cases} = 1 \text{ für } h = h_1, \\ = 0 \text{ für } h \lessgtr h_1. \end{cases}$$

Mit Hülfe der Beziehungen (6) können wir nun die P_h leicht auf ein anderes Coordinatensystem transformiren. Wir haben nämlich, falls wir gemäß (3)

$$P_h = \sum_i a_{hi} p_i, \quad \Pi_k = \sum_n \alpha_{kn} \pi_n \tag{10}$$

setzen, worin nun die a_{hi} und α_{kn} die Reibungsconstanten in Bezug auf die Systeme X, Y, Z und Ξ, H, Z bezeichnen

$$\begin{aligned} P_h &= \sum_k d'_{hk} \Pi_k, \\ &= \sum_k d'_{hk} \sum_n \alpha_{kn} \pi_n, \\ &= \sum_k d'_{hk} \sum_n \alpha_{kn} \sum_i d'_{in} p_i, \\ &= \sum_i p_i \sum_k \sum_n d'_{hk} d'_{in} \alpha_{kn}, \end{aligned} \tag{11}$$

woraus folgt:

$$a_{hi} = \sum_k \sum_n d'_{hk} d'_{in} \alpha_{kn} \tag{12}$$

als der Werth der auf das System X, Y, Z bezogenen (abgeleiteten) Constanten a_{hi} ausgedrückt durch die für das System Ξ, H, Z geltenden α_{kn}, welche wir nach dem oben Gesagten als die Haupttreibungsconstanten bezeichnen werden.

Diese letztere Formel kömmt in Betracht, wenn es sich darum handelt, die Beziehungen zwischen den Constanten α_{kn} für einen Krystall zu

ermitteln, welcher Symmetrieen besitzt. Kommt nämlich die Krystallform durch Drehungen um irgend welche Axen mit sich selbst zur Deckung, so müssen die in Bezug auf die beiden gleichwerthigen Axensysteme einander entsprechenden Constanten a_{hi} und a_{hi} den gleichen Werth haben, was aussagt, daß zwei Systeme von Geschwindigkeiten, welche auf zwei krystallographisch gleichwerthige Axensysteme bezogen sich identisch darstellen, zwei Systeme von Reibungskräften erregen, die sich ebenso verhalten.

Da nun aber die allgemeinen Formeln für Reibungskräfte zeigen, daß in Hinsicht auf sie ebenso wie in Hinsicht auf die elastischen Kräfte entgegengesetzte Richtungen unter allen Umständen gleichwerthig sind, in physikalischer Hinsicht also ein Centrum der Symmetrie existirt, so können wir für die angegebene Betrachtung vortheilhaft statt der wirklichen Krystallform überall diejenige benutzen, die aus ihr entsteht, wenn man zu ihren Symmetrieelementen ein Centrum der Symmetrie hinzufügt. Diese Form wollen wir weiter kurz die »ergänzte Form« nennen.

In den folgenden Anwendungen wird von der Formel (12) immer in der Weise Gebrauch gemacht werden, daß die beiden verglichenen Coordinatensysteme eine Axe gemeinsam haben, also durch Drehung um diese in einander übergehen.

Fällt Z mit Z zusammen, so ist

$$\gamma_3 = 1, \quad \gamma_1 = \gamma_2 = \alpha_3 = \beta_3 = 0.$$

Setzt man noch $\cos\varphi = c$, $\sin\varphi = s$, unter φ den Drehungswinkel verstanden, und daher

$$\alpha_1 = +c, \quad \alpha_2 = -s, \quad \beta_1 = +s, \quad \beta_2 = +c, \tag{13}$$

so wird das System der d'_{hk} einfacher:

(14)

d'_{hk}	$k = 1$	2	3	4	5	6
$h = 1$	c^2	s^2	0	0	0	$2cs$
2	s^2	c^2	0	0	0	$-2cs$
3	0	0	1	0	0	0
4	0	0	0	c	$-s$	0
5	0	0	0	s	c	0
6	$-cs$	cs	0	0	0	c^2-s^2

Unter Anwendung dieser Werthe findet sich aus (12) leicht ein allgemeines System von 36 Gleichungen, welches gilt, so wie durch irgend eine Drehung um die Z-Axe die ergänzte Krystallform mit sich selbst zur Deckung gebracht werden kann. Wir wollen dasselbe aber in seiner Allgemeinheit nicht aufstellen.

I. Triclines System.

1) Holoëdrische
2) Hemiëdrische } Gruppe.

Hier bleibt die allgemeine Form (3) der Componenten bestehen; zur Vergleichung mit dem Folgenden stellen wir aber auch hier die schematische Uebersicht der Coefficienten hin.

$$\begin{matrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & a_{15} & a_{16} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & a_{25} & a_{26} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} & a_{35} & a_{36} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} & a_{45} & a_{46} \\ a_{51} & a_{52} & a_{53} & a_{54} & a_{55} & a_{56} \\ a_{61} & a_{62} & a_{63} & a_{64} & a_{65} & a_{66}. \end{matrix} \qquad \text{I.}$$

Die Anzahl der Constanten ist 36.

II. Monoclines System.

3) Holoëdrische
4) Hemimorphe } Gruppe.
5) Hemiëdrische

Für alle drei besitzt die ergänzte Form eine zweizählige Symmetrieaxe. Eine solche verlangt, daß durch eine um sie ausgeführte Drehung um 180° der Krystall in eine Lage gelangt, in welcher jede Richtung durch eine physikalisch gleichwerthige ersetzt ist.

Ist die Z-Axe die Symmetrieaxe, so ist in dem Schema (14) $c = -1$, $s = 0$ zu setzen und man erkennt durch eine einfache Ueberlegung ohne alle Rechnung, daß von den 36 durch (12) gegebenen Gleichungen 20 auf Identitäten führen, 16 aber die Form $a_{hk} = -a_{hk}$ liefern, welche nach dem Gesagten, da $a_{hk} = a_{kh}$ werden soll, zur Folge hat, daß die betreffenden a_{hk} verschwinden.

Dieses sind die Constanten

$$\alpha_{4h},\quad \alpha_{h4},\quad \alpha_{5h},\quad \alpha_{h5},\quad \text{für } h = 1,\,2,\,3,\,6. \tag{15}$$

Wegen der weiteren Anwendungen ziehen wir indeß vor, für das monokline System die Ξ-Axe als Symmetrieaxe zu wählen und erhalten demgemäß das Resultat, daß bezogen auf dies Coordinatensystem die Constanten

$$\alpha_{5h},\quad \alpha_{h5},\quad \alpha_{6h},\quad \alpha_{h6}\quad \text{für } h = 1,\,2,\,3,\,4 \tag{16}$$

sämmtlich verschwinden. Das System für Gruppe 3) bis 5) ist also:

α_{11}	α_{12}	α_{13}	α_{14}	0	0	
α_{21}	α_{22}	α_{23}	α_{24}	0	0	
α_{31}	α_{32}	α_{33}	α_{34}	0	0	II.
α_{41}	α_{42}	α_{43}	α_{44}	0	0	
0	0	0	0	α_{55}	α_{56}	
0	0	0	0	α_{65}	α_{66}	

Die Anzahl der Constanten ist 20.

III. Rhombisches System.

6) Holoëdrische
7) Hemimorphe } Gruppe.
8) Hemiëdrische

Für alle diese besitzt die ergänzte Form drei zu einander normale zweizählige Symmetrieaxen; die obige Betrachtung läßt sich hier also wie für die Ξ- und Z- auch für die H- als Symmetrieaxe anstellen und liefert so das Resultat, daß außer den in (15) und (16) vermerkten Constanten auch die

$$\alpha_{6h},\quad \alpha_{h6},\quad \alpha_{4h},\quad \alpha_{h4}\quad \text{für } h = 1,\,2,\,3,\,5 \tag{17}$$

verschwinden müssen. Unter diesen 48 Bedingungen sind nur 24 von einander unabhängige.

Für die Gruppe 6) 7) 8) gilt also das Schema:

α_{11}	α_{12}	α_{13}	0	0	0	
α_{21}	α_{22}	α_{23}	0	0	0	
α_{31}	α_{32}	α_{33}	0	0	0	III.
0	0	0	α_{44}	0	0	
0	0	0	0	α_{55}	0	
0	0	0	0	0	α_{66}	

Die Anzahl der Constanten ist 12.

IV. Quadratisches System.

9) Holoëdrische
10) Trapezoëdrisch-hemiëdrische
11) Sphenoidisch-hemiëdrische
12) Hemimorph-hemiëdrische

} Gruppe.

Diese Krystalle besitzen sämmtlich in ihren ergänzten Formen eine vierzählige und vier dazu normale paarweis gleiche und zu einander normale zweizählige Symmetrieaxen. Dies ergiebt, daß, falls die Z- zur ausgezeichneten Axe gewählt wird, zu den Beziehungen, welche zu dem Schema (III) geführt haben, noch diejenigen treten, welche ausdrücken, daß die Ξ- und H-Axe gleichwerthig sind. Es sind dies die Formeln

$$\alpha_{11} = \alpha_{22}, \quad \alpha_{12} = \alpha_{21}, \quad \alpha_{13} = \alpha_{23}, \quad \alpha_{31} = \alpha_{32}, \quad \alpha_{44} = \alpha_{55}. \tag{18}$$

So gelangt man zu dem Schema:

$$\begin{matrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \alpha_{13} & 0 & 0 & 0 \\ \alpha_{12} & \alpha_{11} & \alpha_{13} & 0 & 0 & 0 \\ \alpha_{31} & \alpha_{31} & \alpha_{33} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \alpha_{44} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \alpha_{44} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \alpha_{66}. \end{matrix} \qquad \text{IV}^{a}.$$

Die Zahl der Constanten ist 7.

13) Pyramidal-hemiëdrische
14) Hemimorph-tetartoëdrische
15) Sphenoidisch-tetartoëdrische

} Gruppe.

Die diesen angehörigen Formen besitzen in ihren ergänzten Gestalten eine vierzählige Symmetrieaxe, welche wiederum zur Z-Axe gewählt sei. Dies kann so aufgefaßt werden, daß der Krystall außer durch Drehung um 180° auch durch eine um $\pm 90°$ in eine Lage gelangt, in welcher jede Richtung mit einer physikalisch gleichwerthigen vertauscht ist. In Folge dessen kommen zu den in (15) ausgedrückten Beziehungen noch diejenigen, übrigens nur zum Theile neuen, die aus (12) folgen unter Benutzung des folgenden Systemes der d'_{hk}:

(19)

d'_{hk}	$k = 1$	2	3	4	5	6
$h = 1$	0	1	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0
3	0	0	1	0	0	0
4	0	0	0	0	∓ 1	0
5	0	0	0	± 1	0	0
6	0	0	0	0	0	-1

Dies sind ersichtlich die Folgenden:

$$(20)\qquad \begin{gathered} \alpha_{11} = \alpha_{22}, \ \alpha_{44} = \alpha_{55}, \ \alpha_{23} = \alpha_{13}, \ \alpha_{32} = \alpha_{31}, \ \alpha_{12} = \alpha_{21}, \ \alpha_{16} = -\alpha_{26}, \\ \alpha_{61} = -\alpha_{62}. \ \alpha_{36} = \alpha_{46} = 0. \end{gathered}$$

Hieraus ergiebt sich folgendes Schema:

$$\text{IV}^{\text{b}}.\qquad \begin{matrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \alpha_{13} & 0 & 0 & \alpha_{16} \\ \alpha_{12} & \alpha_{11} & \alpha_{13} & 0 & 0 & -\alpha_{16} \\ \alpha_{31} & \alpha_{31} & \alpha_{33} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \alpha_{44} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \alpha_{44} & 0 \\ \alpha_{61} & -\alpha_{61} & 0 & 0 & 0 & \alpha_{66}. \end{matrix}$$

Die Anzahl der Constanten ist 9.

V. Reguläres System.

16) Holoëdrische
17) Tetraëdrisch-hemiëdrische
18) Plagiëdrisch-hemiëdrische
19) Pentagonal-hemiëdrische
20) Tetartoëdrische

} Gruppe.

Alle diese besitzen in ihren ergänzten Gestalten drei zu einander normale gleiche vierzählige Axen; um dies einzuführen hat man in (IV^{a}) nur alle drei Axen gleichwerthig zu machen. Man gelangt hierdurch zu folgendem Schema:

$$\text{V}.\qquad \begin{matrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \alpha_{12} & 0 & 0 & 0 \\ \alpha_{12} & \alpha_{11} & \alpha_{12} & 0 & 0 & 0 \\ \alpha_{12} & \alpha_{12} & \alpha_{11} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \alpha_{44} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \alpha_{44} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \alpha_{44}. \end{matrix}$$

Die Anzahl der Constanten ist 3.

VI. Hexagonales System.

Für die Behandlung dieses formenreichsten Systemes, in welchem die ausgezeichnete Z-Axe bald dreizählige, bald sechszählige Symmetrieaxe ist, schicken wir eine Hülfsbetrachtung voraus.

Auf Seite 10 ist das System (14) der Coefficienten d'_{hk} aufgestellt, welches einer Drehung des Coordinatensystems um die Z-Axe entspricht; darin ist $c = \cos\varphi$, $s = \sin\varphi$ und φ der Drehungswinkel.

Die 36 Gleichungen zwischen den Constanten a_{hk}, welche sich aus (12) und (14) ergeben, wenn die Z-Axe eine dreizählige Symmetrieaxe $c = -\frac{1}{2}$, $s = \pm\frac{1}{2}\sqrt{3}$ ist, lassen sich auf folgende einfache Beziehungen reduciren:

$$\begin{gathered}
a_{11} = a_{22}, \quad a_{12} = a_{21}, \quad a_{66} = \frac{a_{11} - a_{12}}{2}, \quad a_{16} = a_{26} = a_{61} = a_{62} = 0, \\
a_{13} = a_{23}, \quad a_{31} = a_{32}, \quad a_{36} = a_{63} = 0, \\
a_{44} = a_{55}, \quad a_{45} = -a_{54}, \\
a_{34} = a_{35} = a_{43} = a_{53} = 0, \\
a_{14} = -a_{24} = a_{65}, \quad a_{15} = -a_{25} = -a_{64}, \quad a_{41} = -a_{42} = a_{56}, \quad a_{51} = -a_{52} = -a_{46}.
\end{gathered} \tag{21}$$

Diese Gleichungen sind so geordnet, daß immer diejenigen in einer Zeile stehen, welche aus einer dieselben Constanten enthaltenden Gruppe von Formeln (12) folgen. Die in den ersten vier Reihen befindlichen gelten, wenn die Z-Axe überhaupt eine andere als zwei- oder vierzählige Symmetrieaxe ist, die in der letzten stehenden nur für den Fall der dreizähligen Symmetrieaxe. Ist die Symmetrieaxe sechszählig, so ist dies dasselbe, als wäre sie zugleich zwei- und dreizählig, und man erhält die dafür geltenden Beziehungen, indem man mit den Formeln (21) combinirt das Seite 11 erhaltene Resultat (15), daß, wenn die Z-Axe zweizählige Symmetrieaxe ist,

$$a_{4h} = a_{h4} = a_{5h} = a_{h5} = 0$$

gilt für $h = 1, 2, 3, 6$.

Mit Hülfe dieser Gleichungen ist es nun leicht, die Systeme der Constanten a_{hk} für alle Gruppen des hexagonalen Systems zu entwickeln.

21) Holoëdrische
22) Hemimorph-hemiëdrische
23) Trapezoëdrisch-hemiëdrische
24) Pyramidal-hemiëdrische } Gruppe
25) Erste hemimorph-tetartoëdrische
26) Sphenoidisch-hemiëdrische
27) Sphenoidisch-tetartoëdrische

besitzen in ihren ergänzten Formen eine sechszählige Symmetrieaxe. Es entpricht ihnen also das System:

$$\begin{array}{cccccc} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \alpha_{13} & 0 & 0 & 0 \\ \alpha_{12} & \alpha_{11} & \alpha_{13} & 0 & 0 & 0 \\ \alpha_{31} & \alpha_{31} & \alpha_{33} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \alpha_{44} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \alpha_{44} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{\alpha_{11}-\alpha_{12}}{2} \end{array} \qquad \text{VI}^{a}.$$

Die Anzahl der Constanten ist 6.

28) Rhomboëdrisch - hemiëdrische
29) Zweite hemimorph - tetartoëdrische } Gruppe
30) Trapezoëdrisch - tetartoëdrische

sind in ihren ergänzten Formen characterisirt durch eine dreizählige und drei dazu normale zweizählige Symmetrieaxen, von denen die Existenz zweier aus der Existenz einer folgt. Legen wir diese eine in die Ξ-Axe, so ist mit den Formeln (21) zu combiniren das System (16), welches dem Falle entpricht, daß die Ξ-Axe zweizählige Symmetrieaxe ist. Man erhält dadurch das Schema:

$$\begin{array}{cccccc} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \alpha_{13} & \alpha_{14} & 0 & 0 \\ \alpha_{12} & \alpha_{11} & \alpha_{13} & -\alpha_{14} & 0 & 0 \\ \alpha_{31} & \alpha_{31} & \alpha_{33} & 0 & 0 & 0 \\ \alpha_{41} & -\alpha_{41} & 0 & \alpha_{44} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \alpha_{44} & \alpha_{41} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \alpha_{14} & \frac{\alpha_{11}-\alpha_{12}}{2}. \end{array} \qquad \text{VI}^{b}.$$

Die Anzahl der Constanten ist 8.

31) Rhomboëdrisch-tetartoëdrische } Gruppe
32) Ogdoëdrische }

besitzen in ihren ergänzten Formen eine dreizählige Symmetrieaxe; es gelten daher keine anderen Beziehungen als (21) und folgt das Schema:

$$\begin{array}{cccccc}
a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & -a_{25} & 0 \\
a_{12} & a_{11} & a_{13} & -a_{14} & a_{25} & 0 \\
a_{31} & a_{31} & a_{33} & 0 & 0 & 0 \\
a_{41} & -a_{41} & 0 & a_{44} & a_{45} & a_{52} \\
-a_{52} & a_{52} & 0 & -a_{45} & a_{44} & a_{41} \\
0 & 0 & 0 & a_{25} & a_{14} & \frac{a_{11}-a_{12}}{2}
\end{array}$$

Die Anzahl der Constanten ist 11.

Von dem für das reguläre System gültigen Schema V gelangt man sogleich zu demjenigen, welches den isotropen Medien entspricht, indem man einführt, daß in letzteren alle Richtungen gleichwerthig sind. Es folgt daraus $a_{44} = (a_{11} - a_{12})/2$ und gilt demnach das Schema

$$\begin{array}{cccccc}
a & a' & a' & 0 & 0 & 0 \\
a' & a & a' & 0 & 0 & 0 \\
a' & a' & a & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & \frac{a-a'}{2} & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & \frac{a-a'}{2} & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{a-a'}{2}
\end{array} \qquad \text{VII.}$$

worin a und a' neue Bezeichnungen sind.

§ 2. Die Dämpfung gleichförmiger langsamer Schwingungen cylindrischer Stäbe.

Zum Zwecke der experimentellen Bestimmung der Constanten der inneren Reibung muß aus theoretischen, wie aus practischen Gründen das Streben darauf gerichtet sein, möglichst langsame Schwingungen in dem beobachteten elastischen Körper stattfinden zu lassen. Solche

dauern länger an als schnelle und sind aus diesem Grunde und auch an sich leichter zu beobachten. Zudem ist ihre Theorie mit verhältnißmäßig elementaren Mitteln zu entwickeln, während die Behandlung der schnellen Schwingungen bedeutendere Schwierigkeiten macht. Es liegt dies darin, daß in ersterem Falle ein Annäherungverfahren zulässig ist, welches im letzteren Falle im Allgemeinen versagt, darin bestehend, daß man in den Formeln für die Reibungskräfte diejenigen Werthe der Deformationsgeschwindigkeiten einführt, welche unter gewissen Umständen ohne Wirkung der inneren Reibung stattfinden würden.

Die Beobachtungen werden ausschließlich an cylindrischen Körpern (Stäben, Dräthen u. dergl.) vorgenommen werden. Demgemäß wollen wir das Problem uns folgendermaßen stellen.

Ein prismatischer oder cylindrischer elastischer Körper sei an einem Ende befestigt und an dem anderen derartig mit einem trägen System $\mathfrak{S}$ verbunden, daß er nicht schwingen kann, ohne dieses gleichfalls zu bewegen. Die Trägheit von $\mathfrak{S}$ sei unendlich groß gegen diejenige des elastischen Körpers, und die Einrichtung sei so getroffen, daß das System nur Schwingungen machen kann von einer Periode, die unendlich groß ist gegen die Zeit, welche die Fortpflanzung von longitudinalen, transversalen und Drillungswellen über den ganzen Cylinder erfordert. Dann ist die Deformation in jedem Augenblick sehr nahe dieselbe, welche der Cylinder annehmen würde, falls er an beiden Enden in der stattfindenden Lage dauernd festgehalten wäre, und die Deformationsgeschwindigkeit an jeder Stelle ist nahe gleich der Differenz dieser Deformationen in zwei um dt von einander entfernten derartigen Zuständen, dividirt durch dt.

Man kann hiernach die inneren Kräfte des Stabes in jedem Moment berechnen und daher auch diejenigen, welche das träge System seitens des elastischen Cylinders erleidet. Nach der Annahme genügen diese aber vollständig zur Bestimmung der Bewegung des ganzen Systems.

Besonders einfach wird die Theorie dieses Vorganges, wenn die Einrichtung so getroffen ist, daß der elastische Cylinder während der Bewegung nur Deformationen erleidet, die Spannungen zur Folge haben, welche parallel der Cylinderaxe, die wir weiterhin zur Z-Axe wählen,

constant sind, also nur x und y enthalten. Es kommen hier diejenigen Resultate zur Anwendung, die ich früher für »das Gleichgewicht eines Cylinders aus homogener krystallinischer Substanz, auf dessen Mantelfläche keine Kräfte wirken, wenn die in seinem Inneren stattfindenden Spannungen längs der Cylinderaxe constant sind«, entwickelt habe[1].

Cylinder, deren Deformationen diese Eigenschaft besitzen, will ich weiter kurz »gleichförmig gespannt« nennen, wobei die gleichförmige Spannung im engeren Sinne, nämlich diejenige durch constante normale Zugkräfte auf die Endquerschnitte, als specieller Fall erscheint.

Es wird dazu beitragen, das Ziel unserer theoretischen Entwickelungen klarzustellen, wenn wir schon hier von einigen einfachen experimentellen Veranstaltungen reden, welche derartige Bewegungen gestatten, wie sie im Folgenden betrachtet werden sollen. Einige bilden die Grundidee der von mir benutzten Beobachtungsmethoden, über welche ich später ausführlicher berichten werde.

1. Befestigt man den elastischen Cylinder vertical und bringt an seinem freien Ende eine träge Masse $\mathfrak{m}$ an, die man passend der Wirkung der Schwere entzieht, indem man sie um eine feste horizontale Axe durch ihren Schwerpunkt drehbar sein läßt, während die Wirkung des elastischen Cylinders an einem horizontal um die Länge a von der Axe entfernten Punkt angreift, so werden longitudinale Schwingungen des Stabes Oscillationen des trägen Systems zur Folge haben nach der Formel

$$\mathfrak{M}\varphi'' = -\Gamma a, \tag{22}$$

worin φ den Drehungswinkel, $\mathfrak{M}$ das Trägheitsmoment des trägen Systems $\mathfrak{S}$ und Γ die Kraft bezeichnet, welche parallel der Axe des Cylinders auf die Endfläche wirkt oder von ihm in Folge seiner Elasticität und inneren Reibung auf $\mathfrak{m}$ ausgeübt wird.

2. Bildet man das träge System aus einer um eine horizontale Axe durch ihren Schwerpunkt drehbaren Masse, z. B. einer schweren Rolle, und verbindet den elastischen Cylinder, welcher an einem Ende festgehalten wird, an dem anderen Ende geeignet mit der Rolle, sodass

1) W. Voigt l. c. p. 53.

seine Längsrichtung normal zur Drehungs-Axe und sein letztes Längselement mit einem Radius fest verbunden ist, so werden Biegungsschwingungen des Stabes Oscillationen der Rolle zur Folge haben nach dem Gesetz

(23) $$\mathfrak{M}_y \psi_y'' = -\mathrm{M} \text{ oder } \mathfrak{M}_x \psi_x'' = -\Lambda$$

jenachdem die Drehungsaxe mit der Y- oder X-Axe im Cylinder parallel ist; ψ_x, ψ_y sind hierin die resp. Drehungswinkel, $\mathfrak{M}_x$, $\mathfrak{M}_y$ die resp. Trägheitsmomente, Λ und M die seitens des elastischen Cylinders auf die Rolle ausgeübten Drehungsmomente.

3. Endlich kann man das träge System in Form einer Rolle oder Scheibe mit dem letzten Querschnitt des Cylinders so verbinden, daß diesem Oscillationen um seine Längsaxe d. h. die Z-Axe möglich sind. Dann gilt für diese Bewegung

(24) $$\mathfrak{M}_z \psi_z'' = -\mathrm{N},$$

wo die Buchstaben dieselbe Bedeutung haben wie oben.

Diese Einrichtungen lassen je nur eine der Wirkungen Γ, Λ, M, N zur Geltung kommen; es ist aber zu bemerken, daß für den Fall krystallinischer Cylinder nur unter gewissen Voraussetzungen diese Sonderung von selbst stattfindet, sodaß z. B. die gleichförmige Biegung nur ein Moment um eine Queraxe, die Drillung nur ein solches um die Längsaxe hervorruft. Wir werden hierauf weiterhin besonders Rücksicht nehmen müssen.

Für die practische Anwendung würden aber, selbst wenn die technische Schwierigkeit, ein System um mehrere Axen drehbar einzurichten, zu überwinden wäre, solche Fälle doch nicht in Betracht kommen, weil, um die Nebenänderungen ungehindert zu Stande kommen zu lassen, die Trägheitsmomente des Massensystems um die verschiedenen Axen in für die verschiedenen Cylinder wechselndem aber ganz bestimmtem numerischem Verhältniß stehen müßten.

Wir werden daher weiterhin nur die Fälle in Betracht zu ziehen haben, wo die Nebenänderungen von selbst verschwinden.

Die über die Verhältnisse des elastischen Cylinders und des mit ihm verbundenen trägen Systems $\mathfrak{S}$ vorstehend gemachten Annahmen

haben die Folge, daß in den Hauptgleichungen (1) die Glieder auf der linken Seite zu vernachlässigen sind, dieses System also die Gestalt annimmt, welche den Gleichgewichtsproblemen entspricht. Die Randbedingungen haben überdies für den Fall der Ruhe wie der Bewegung die gleiche Form, wir können das vorliegende Problem also zunächst wie ein Gleichgewichtsproblem behandeln.

Die allgemeinen Bewegungs-Gleichungen nichtstarrer Körper liefern für einen im Gleichgewicht befindlichen gleichförmig gespannten Cylinder, der auf der freien Grundfläche die Einwirkungen von Druckkräften erfährt, welche eine Resultirende Γ parallel der Z-Axe und Momente Λ, M, N um die X, Y, Z-Axen ergeben, folgende Beziehungen[1]).

Für alle Punkte eines jeden Querschnittes gilt:

$$0 = \frac{\partial(X_x)}{\partial x} + \frac{\partial(X_y)}{\partial y},$$
$$0 = \frac{\partial(Y_x)}{\partial x} + \frac{\partial(Y_y)}{\partial y}, \qquad (24)$$
$$0 = \frac{\partial(Z_x)}{\partial x} + \frac{\partial(Z_y)}{\partial y},$$

für die Randpunkte hingegen

$$(X_x)\cos(n,x)+(X_y)\cos(n,y)=0,\quad (Y_x)\cos(n,x)+(Y_y)\cos(n,y)=0,$$
$$(Z_x)\cos(n,x)+(Z_y)\cos(n,y) = 0. \qquad (25)$$

Außerdem gilt theils in Folge der Gleichungen (25), theils in Folge der auf die freie Grundfläche bezüglichen Bedingungen:

$$-\int(X_z)dq = 0,\quad -\int(Y_y)dq = 0,\quad -\int(Z_z)dq = \Gamma,$$
$$-\int(Y_z)dq = 0,\quad -\int(Z_z)dq = 0,\quad -\int(X_y)dq = 0,$$
$$-\int x(X_z)dq = 0,\quad -\int x(Y_y)dq = 0,\quad -\int x(Z_z)dq = \mathrm{M}, \qquad (25)$$
$$-\int x(Y_z)dq = \frac{\mathrm{N}}{2},\quad -\int x(Z_z)dq = 0,\quad -\int x(X_y)dq = 0,$$
$$-\int y(X_z)dq = 0,\quad -\int y(Y_y)dq = 0,\quad -\int y(Z_z)dq = \Lambda,$$
$$-\int y(Y_z)dq = 0,\quad -\int y(Z_z)dq = -\frac{\mathrm{N}}{2},\quad -\int y(X_y)dq = 0.$$

1) W. Voigt, l. c. p. 54 und 55.

Hierin sind die Momente Λ und M übereinstimmend positiv gerechnet, wenn sie von der $+$ Y-, resp. $+$ X-Axe nach der $+$ Z-Axe hin drehend wirken.

Die (X_x), . . . sind jetzt, wie früher, die von Elasticität und innerer Reibung herrührenden gesammten Druckcomponenten; z. B. ist

$$
\begin{aligned}
-(X_x) &= -(X_x + A_x) \\
&= c_{11}x_x + c_{12}y_y + c_{13}z_z + c_{14}y_z + c_{15}z_x + c_{16}x_y \\
&\quad + a_{11}x'_x + a_{12}y'_y + a_{13}z'_z + a_{14}y'_z + a_{15}z'_x + a_{16}x'_y,
\end{aligned}
\tag{27}
$$

worin der zweite Theil, als von der Geschwindigkeit abhängig, nach dem Vorstehenden sehr klein neben dem ersten ist.

Sind, wie angenommen, die Spannungen (X_x) . . . von der Z-Coordinate unabhängig, so wird ein Gleiches von den Deformationen gelten. Hieraus folgt, wie ich früher gezeigt habe, der allgemeine Ansatz für die Verrückungscomponenten u, v, w:

$$
\begin{aligned}
u &= U - z\left(\frac{g_1 z}{2} + hy\right), \\
v &= V - z\left(\frac{g_2 z}{2} - hx\right), \\
w &= W + z(g_1 x + g_2 y + g_3),
\end{aligned}
\tag{28}
$$

worin U, V, W Functionen von x und y sind, g_1, g_2, g_3 und h aber Constanten, welche resp. die Biegung in der XZ- und YZ-Ebene, die Dehnung parallel der Z-Axe und die Drillung um ebendieselbe messen. Das Coordinatensystem ist dabei so mit dem Cylinder verbunden gedacht, daß der Schwerpunkt des ersten Querschnitts im Coordinatenanfang festgehalten wird, daß das erste Element der Cylinderaxe in der Z-Axe bleibt und daß das dem Coordinatenanfang benachbarte Raumelement keine Drehung um die Z-Axe erleidet.

Demgemäß haben die U, V, W noch die Bedingungen zu erfüllen, daß für $x = y = 0$

$$
U^0 = V^0 = W^0 = 0, \left(\frac{\partial U^0}{\partial y}\right) = \left(\frac{\partial V^0}{\partial x}\right)
\tag{29}
$$

ist.

Setzt man in den Gleichungen (27) die Werthe

$$-x_x = s_{11}(X_x) + s_{12}(Y_y) + s_{13}(Z_z) + s_{14}(Y_z) + s_{15}(Z_x) + s_{16}(X_y),$$
$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$

welche aus ihnen als eine erste Nährung folgen, falls man die in die a_{hk} multiplicirten kleineren Glieder zunächst ganz unterdrückt, in eben jene kleinen Glieder ein, und kürzt ab

$$a_{h1}s_{k1} + a_{h2}s_{k2} + a_{h3}s_{k3} + a_{h4}s_{k4} + a_{h5}s_{k5} + a_{h6}s_{k6} = r_{hk}, \tag{30}$$

so erhält man:

$$\begin{aligned} r_{11}(X'_x) + r_{12}(Y'_y) + r_{13}(Z'_z) + r_{14}(Y'_z) + r_{15}(Z'_x) + r_{16}(X'_y) - (X_x) \\ = c_{11}x_x + c_{12}y_y + c_{13}z_z + c_{14}y_z + c_{15}z_x + c_{16}x_y, \end{aligned} \tag{31}$$
$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$

Löst man diese Formeln nach x_x auf und kürzt nochmals ab

$$r_{1h}s_{1k} + r_{2h}s_{2k} + r_{3h}s_{3k} + r_{4h}s_{4k} + r_{5h}s_{5k} + r_{6h}s_{6k} = n_{hk}, \tag{32}$$

so findet sich als eine zweite Annäherung:

$$\begin{aligned} x_x = & -(s_{11}(X_x) + s_{21}(Y_y) + s_{31}(Z_z) + s_{41}(Y_z) + s_{51}(Z_x) + s_{61}(X_y)) \\ & + (n_{11}(X'_x) + n_{21}(Y'_y) + n_{31}(Z'_z) + n_{41}(Y'_z) + n_{51}(Z'_x) + n_{61}(X'_y)), \end{aligned} \tag{33}$$
$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$

Die s_{hk} sind hierin jene leicht angebbaren Determinantenverhältnisse der Elasticitätsconstanten c_{hk}, welche bei den rein elastischen Problemen krystallinischer Stäbe eine so wichtige Rolle spielen und mehr oder weniger direct durch Beobachtungen bestimmbar sind.

Das Resultat (33) erscheint in Folge des Weges, durch den wir dasselbe erreicht haben, als eine Annäherung von geringerer Genauigkeit als die Formeln (27). Indeß ist damit noch nicht erwiesen, daß seine Genauigkeit wirklich eine geringere ist. Nichts hindert nämlich, die elastischen und Reibungskräfte statt durch die Formeln (27) durch diese letzteren (33) zu definiren und erstere als eine Folge von ihnen zu betrachten. Die Beobachtung allein kann entscheiden, bis zu welchem Grade der Genauigkeit die wirklichen Vorgänge durch die einen oder anderen dargestellt werden.

Von dem System (33), welches als eine einfache Verallgemeinerung des für einen Stab ohne innere Reibung gültigen[1]) erscheint und genau die Behandlung von jenem gestattet, kommt für uns in erster Linie die dritte Gleichung in Betracht, welche in Rücksicht auf den in (28) gegebenen Werth von w lautet:

$$(34)\quad \begin{aligned} g_1x+g_2y+g_3 = &-(s_{13}(X_x)+s_{23}(Y_y)+s_{33}(Z_z)+s_{43}(Y_z)+s_{53}(Z_x)+s_{63}(X_y)) \\ &+(n_{13}(X'_x)+n_{23}(Y'_y)+n_{33}(Z'_z)+n_{43}(Y'_z)+s_{53}(Z'_x)+n_{63}(X'_y)). \end{aligned}$$

Hieraus folgert man leicht durch Anwendung der dritten, neunten und fünfzehnten der Gleichungen (26):

$$(35)\quad \begin{aligned} g_1Q\varkappa_y^2 &= s_{33}\mathrm{M}+s_{43}\frac{\mathrm{N}}{2}-n_{33}\mathrm{M}'-n_{43}\frac{\mathrm{N}'}{2}, \\ g_2Q\varkappa_x^2 &= s_{33}\Lambda-s_{53}\frac{\mathrm{N}}{2}-n_{33}\Lambda'+n_{53}\frac{\mathrm{N}'}{2}, \\ g_3Q &= s_{33}\Gamma-n_{33}\Gamma'. \end{aligned}$$

Sie bestimmen die Parameter der gleichförmigen Biegung und Dehnung ganz allgemein für alle Querschnittsformen durch die auf die freie Grundfläche der Cylinder ausgeübten Momente, Componenten und ihre Geschwindigkeiten.

Der Parameter h der gleichförmigen Drillung läßt sich hingegen nur in dem von den Momenten Λ und M um die Queraxen abhängigen Theil h_1 ebenso allgemein ausdrücken.

Dazu dienen die vierte und fünfte der Gleichungen (33), die unter Rücksicht auf die Werthe (28) und bei Einführung von[2])

$$(36)\quad W = a_3\frac{x^2}{2}+b_3xy+c_3\frac{y^2}{2}+d_3x+e_3y$$

lauten:

$$(37)\quad \begin{aligned} +\left[g_2\frac{l}{2}+b_3x+c_3y+e_3+h_1x\right] = &-(s_{14}(X_x)+s_{24}(Y_y)+s_{34}(Z_z)+s_{44}(Y_z)+s_{54}(Z_x)+s_{64}(X_y)) \\ &+(n_{14}(X'_x)+n_{24}(Y'_y)+n_{34}(Z'_z)+n_{44}(Y'_z)+n_{54}(Z'_x)+n_{64}(X'_y)), \\ +\left[g_1\frac{l}{2}+a_3x+b_3y+d_3-h_1y\right] = &-(s_{15}(X_x)+s_{25}(Y_y)+s_{35}(Z_z)+s_{45}(Y_z)+s_{55}(Z_x)+s_{65}(X_y)) \\ &+(n_{15}(X'_x)+n_{25}(Y'_y)+n_{35}(Z'_z)+n_{45}(Y'_z)+n_{55}(Z'_x)+n_{65}(X'_y)). \end{aligned}$$

1) W. Voigt l. c. p. 59 u. f.

2) Vergl. W. Voigt l. c. p. 65.

Hieraus folgt, wenn man die erste Gleichung mit x, die zweite mit y multiplicirt und über den Querschnitt integrirt:

$$(b_3+h_1)Q\varkappa_y^2 = +s_{34}\mathrm{M}-n_{34}\mathrm{M}',$$
$$(b_3-h_1)Q\varkappa_z^2 = +s_{35}\Lambda-n_{35}\Lambda',$$

und dies giebt

$$2h_1 Q = \frac{s_{34}\mathrm{M}-n_{34}\mathrm{M}'}{\varkappa_y^2}-\frac{s_{35}\Lambda-n_{35}\Lambda'}{\varkappa_z^2}. \tag{38}$$

Für den vom Moment N um die Längsaxe abhängigen Theil h_2 ist ein Ausdruck in endlicher Form nur für einen Cylinder von elliptischem Querschnitt angebbar[1]). Hier kann man denselben Werth W aus (36) benutzen und erhält in Rücksicht auf die neunte und siebenzehnte der Formeln (26):

$$(b_3+h_2)Q\varkappa_y^2 = +\frac{s_{44}\mathrm{N}-n_{44}\mathrm{N}'}{2},$$
$$(b_3-h_2)Q\varkappa_z^2 = -\frac{s_{55}\mathrm{N}-n_{55}\mathrm{N}'}{2},$$

also

$$2h_2 Q = \frac{s_{44}\mathrm{N}-n_{44}\mathrm{N}'}{2\varkappa_y^2}+\frac{s_{55}\mathrm{N}-n_{55}\mathrm{N}'}{2\varkappa_z^2}. \tag{39'}$$

Wir können aber für den allgemeineren Fall wenigstens den Ansatz machen:

$$2h_2 Q = \frac{s_{44}\mathrm{N}-n_{44}\mathrm{N}'}{2\varkappa_2^2}+\frac{s_{55}\mathrm{N}-n_{55}\mathrm{N}'}{2\varkappa_1^2}, \tag{39}$$

wo nun $\varkappa_1$ und $\varkappa_2$ für den einzelnen Querschnitt zu bestimmende Größen sind, die freilich auch von den Reibungs- und Elasticitätsconstanten, welche immer in der Verbindung $s_{hk}-n_{hk}\mathrm{N}'/\mathrm{N}$ auftreten, abhängen werden.

So gelangen wir zu dem Werth

$$hQ = \frac{s_{44}\mathrm{N}-n_{44}\mathrm{N}'}{4\varkappa_2^2}+\frac{s_{55}\mathrm{N}-n_{55}\mathrm{N}'}{4\varkappa_1^2}+\frac{s_{34}\mathrm{M}-n_{34}\mathrm{M}'}{2\varkappa_y^2}-\frac{s_{35}\Lambda-n_{35}\Lambda'}{2\varkappa_z^2}. \tag{40}$$

Die Endformeln (35) und (40) zeigen, daß die gleichförmige Biegung in der XZ- oder YZ-Ebene im Allgemeinen auch ein Moment um die

1) l. c. p. 72.

Längsaxe Z, die gleichförmige Drillung um die Z-Axe auch Momente um die Queraxen X und Y zur Folge haben oder voraussetzen.

Ausgenommen sind die Fälle, daß s_{34} und s_{35} verschwinden, was beides stets eintritt, wenn die Cylinderaxe in eine geradzählige krystallographische Symmetrieaxe fällt. Ist nur s_{34} resp. s_{35} gleich Null, wie z. B. wenn die XZ- oder YZ-Ebene eine krystallographische Symmetrieebene ist, so erregt die Biegung in der XZ- resp. der YZ-Ebene kein Moment um die Z-Axe, aber die Drillung um die Z-Axe ein Moment um die Y- resp. X-Axe.

Wird eine der Biegungen oder die Drillung durch die Befestigung des Cylinders verhindert, so ist die auf sie bezügliche Constante in den Formeln (35) resp. (40) gleich Null zu setzen. Wird umgekehrt nur eines der Momente oder nur die parallel der Cylinderaxe wirkende Kraft ausgeübt, so hat man in diesen Gleichungen die übrigen zu Null zu machen.

In Rücksicht auf das im Eingang Gesagte sind von practischer Wichtigkeit nur die Fälle, in welchen die drei Arten der Deformation — Dehnung, Biegung und Drillung — sich von selbst sondern, und wir wollen diese daher weiterhin allein in Betracht ziehen.

Die Formeln (35) und (40) werden hier zu:

$$
(41)\qquad
\begin{aligned}
g_1 Q \varkappa_y^2 &= s_{33}\mathrm{M} - n_{33}\mathrm{M}',\\
g_2 Q \varkappa_x^2 &= s_{33}\Lambda - n_{33}\Lambda',\\
g_3 Q &= s_{33}\Gamma - n_{33}\Gamma',\\
hQ &= \left(\frac{s_{44}}{\varkappa_2^2} + \frac{s_{55}}{\varkappa_1^2}\right)\frac{\mathrm{N}}{4} - \left(\frac{n_{44}}{\varkappa_2^2} + \frac{n_{55}}{\varkappa_1^2}\right)\frac{\mathrm{N}'}{4}.
\end{aligned}
$$

Dieselben lassen sich in der früher benutzten Annäherung nach Λ, M, N, Γ auflösen und geben dann:

$$
(42)\qquad
\begin{aligned}
\mathrm{M} &= \frac{Q\varkappa_y^2}{s_{33}}\left(g_1 + \frac{n_{33}}{s_{33}} g_1'\right),\\
\Lambda &= \frac{Q\varkappa_x^2}{s_{33}}\left(g_2 + \frac{n_{33}}{s_{33}} g_2'\right),\\
\Gamma &= \frac{Q}{s_{33}}\left(g_3 + \frac{n_{33}}{s_{33}} g_3'\right),\\
\mathrm{N} &= \frac{4Q}{\frac{s_{44}}{\varkappa_2^2} + \frac{s_{55}}{\varkappa_1^2}}\left(h + \frac{\frac{n_{44}}{\varkappa_2^2} + \frac{n_{55}}{\varkappa_1^2}}{\frac{s_{44}}{\varkappa_2^2} + \frac{s_{55}}{\varkappa_1^2}} h'\right).
\end{aligned}
$$

Die dritte dieser Formeln gilt allgemein, auch wenn die Nebenänderungen nicht verschwinden.

Die Resultate (42) wollen wir nun benutzen, um die Gesetze der Bewegung der mit dem Cylinder verbunden gedachten starren Systeme abzuleiten.

Bei reiner Längsdilatation eines Cylinders von der Länge l gilt, wenn die ganze Verlängerung den Werth λ hat, nach (28) $g_3 = \lambda/l$ und nach (42):

$$\Gamma = \frac{Q}{ls_{33}}\left(\lambda + \frac{n_{33}\lambda'}{s_{33}}\right).$$

Ist der Stab, wie Seite 19 unter 1) beschrieben, an dem System $\mathfrak{S}$ angebracht, so veranlaßt seine Verlängerung um λ eine Drehung des letzteren um einen Winkel $\varphi = \lambda/a$, und die Bewegungsgleichung (22) nimmt dadurch die Form an:

$$\mathfrak{M}\varphi'' = -\frac{Qa^2}{ls_{33}}\left(\varphi + \frac{n_{33}\varphi'}{s_{33}}\right). \tag{43}$$

Die dämpfende Wirkung der inneren Reibung wird bei gleichförmigen longitudinalen Schwingungen eines Stabes gemessen durch die Constante n_{33}.

Bei reiner Biegung desselben Cylinders in der XZ-Ebene, welche in Folge eines Momentes um die Y-Axe frei auftritt, falls $s_{34} = 0$, ist $g_1 l$ der kleine Winkel ψ_y, um welchen in Folge der Biegung das letzte Element der Cylinderaxe um die Y-Axe gedreht wird; wir können also auch setzen:

$$\mathrm{M} = \frac{Q\varkappa_y^2}{ls_{33}}\left(\psi_y + \frac{n_{33}\psi_y'}{s_{33}}\right)$$

und erhalten, wenn der Cylinder so, wie Seite 19 unter 2) beschrieben worden, mit dem trägen System $\mathfrak{S}$ verbunden ist, durch die Einfügung in die erste Bewegungsgleichung (23) das Resultat:

$$\mathfrak{M}_y\psi_y'' = -\frac{Q\varkappa_y^2}{ls_{33}}\left(\psi_y + \frac{n_{33}\psi_y'}{s_{33}}\right). \tag{44}$$

Dieser Formel ordnet sich, falls $s_{35} = 0$ ist, also die reine Biegung in der YZ-Ebene durch Einwirkung eines Momentes um die X-Axe zu Stande kommt, die zweite Gleichung zu:

$$(44') \qquad \mathfrak{M}_z \psi_z'' = -\frac{Q\varkappa_z^2}{l s_{33}}\left(\psi_z + \frac{n_{33}\psi_z'}{s_{33}}\right).$$

Die dämpfende Wirkung der innern Reibung wird bei gleichförmigen transversalen Schwingungen gleichfalls gemessen durch die Constante n_{33}.

Die reine Drillung um die Z-Axe kömmt bei Einwirkung eines Momentes N um dieselbe Axe nur zu Stande, wenn s_{34} und s_{35} gleich Null ist.

Für einen Stab von der Länge l ist die Constante $h = \psi_z/l$, falls ψ_z den Drehungswinkel des letzten Querschnittes um die Z-Axe bezeichnet, und wir erhalten dadurch

$$\mathrm{N} = \frac{4Q\varkappa_1^2\varkappa_2^2}{l(\varkappa_1^2 s_{44} + \varkappa_2^2 s_{55})}\left(\psi_z + \frac{\varkappa_1^2 n_{44} + \varkappa_2^2 n_{55}}{\varkappa_1^2 s_{44} + \varkappa_2^2 s_{55}}\psi_z'\right).$$

Verbinden wir endlich den Cylinder mit dem um seine Längsaxe drehbaren trägen System $\mathfrak{S}$, so gilt nach (24) die Bewegungsgleichung:

$$(45) \qquad \mathfrak{M}_z \psi_z'' = -\frac{4Q\varkappa_1^2\varkappa_2^2}{l(\varkappa_1^2 s_{44} + \varkappa_2^2 s_{55})}\left(\psi_z + \frac{\varkappa_1^2 n_{44} + \varkappa_2^2 n_{55}}{\varkappa_1^2 s_{44} + \varkappa_2^2 s_{55}}\psi_z'\right).$$

Die dämpfende Wirkung der innern Reibung wird bei gleichförmigen Drillungsschwingungen eines Stabes in erster Linie gemessen durch die Constanten n_{44} und n_{55}.

Allerdings können in den Functionen $\varkappa_1$ und $\varkappa_2$ die Reibungsconstanten noch in anderen Verbindungen und mit N′/N multiplicirt auftreten, denn dieselben sind nur im Falle eines elliptischen Querschnittes ausschließlich Functionen von dessen Dimensionen; aber man kann die Beobachtungen so einrichten, daß diese Glieder keinen Einfluß besitzen.

Die vorstehenden Bewegungsgleichungen fallen sämmtlich unter die Form

$$(46) \qquad \varphi'' + 2\alpha\varphi' + \beta\varphi = 0,$$

welche sich, falls $\beta > \alpha^2$ ist, integrirt durch

$$(46') \qquad \varphi = e^{-\alpha t}\left(A\cos\frac{2\pi t}{T} + B\sin\frac{2\pi t}{T}\right),$$

worin

$$\frac{2\pi}{T} = \sqrt{\beta - \alpha^2} \tag{46''}$$

ist und T die Dauer einer Doppelschwingung bedeutet. Der Coefficient 2α der Geschwindigkeit in der Bewegungsgleichung ist in unserem Falle nach den mit (46) übereinstimmenden Formeln (43), (44) und (45) stets durch ein Aggregat der n_{hk} und s_{hk} von β verschieden, wir setzen daher

$$2\alpha = \beta n.$$

Man umgeht die Berechnung von β, wenn man die Schwingungsdauer des trägen Systems einführt, also nach (46″) benutzt, daß

$$\beta = \frac{4\pi^2}{T^2} + \alpha^2,$$

und daher

$$2\alpha = n\left(\frac{4\pi^2}{T^2} + \alpha^2\right)$$

ist.

Das logarithmische Decrement λ der Doppel-Schwingung ist αT, d. h.

$$\lambda = \frac{n}{2}\left(\frac{4\pi^2}{T} + \alpha^2 T\right). \tag{47}$$

Bei dem vorliegenden Problem ist das zweite Glied der Klammer innerhalb der benutzten Annäherung gegen das erste zu vernachlässigen und man erhält das gesuchte Aggregat n in der Form

$$n = \frac{\lambda T}{2\pi^2}. \tag{47'}$$

Die vorstehend abgeleiteten Bewegungsgleichungen haben die Form der gewöhnlich in der Theorie der gedämpften Schwingungen zum Grunde gelegten und eine Genauigkeit, welche in erster Linie durch die Annäherung bestimmt ist, bis zu welcher der Uebergang von den Formeln (41) zu (42) richtig ist.

Man erhält eine etwas größere Genauigkeit und damit zugleich eine abweichende Form der Bewegungsgleichungen, wenn man diesen Uebergang vermeidet. Dies geschieht leicht in folgender Weise.

Für die reine Längsdehnung kann man wegen $g_3 l = a\varphi$ die dritte Gleichung (41) in der Form schreiben

$$l(s_{33}\Gamma - n_{33}\Gamma') = Qa\varphi,$$

und hieraus folgt unter Benutzung der Bewegungsgleichung (22):

$$\mathfrak{M}l(s_{33}\varphi'' - n_{33}\varphi''') = -Qa^2\varphi. \tag{48}$$

Für die reinen Biegungen in der XZ- resp. YZ-Ebene kann man wegen $g_1 l = \psi_y$, $g_2 l = \psi_x$ die ersten Gleichungen (41) schreiben

$$l(s_{33}\Lambda - n_{33}\Lambda') = Q\varkappa_x^2\psi_x,\ l(s_{33}\mathrm{M} - n_{33}\mathrm{M}') = Q\varkappa_y^2\psi_y,$$

woraus nach (23) folgt:

$$\begin{aligned} \mathfrak{M}_x l(s_{33}\psi_x'' - n_{33}\psi_x''') &= -Q\varkappa_x^2\psi_x, \\ \mathfrak{M}_y l(s_{33}\psi_y'' - n_{33}\psi_y''') &= -Q\varkappa_y^2\psi_y. \end{aligned} \tag{49}$$

Endlich die letzte Gleichung (41) für die reine Drillung läßt sich wegen $hl = \psi_z$ schreiben

$$l\left(\left(\frac{s_{44}}{\varkappa_2^2} + \frac{s_{55}}{\varkappa_1^2}\right)\mathrm{N} - \left(\frac{n_{44}}{\varkappa_2^2} + \frac{n_{55}}{\varkappa_1^2}\right)\mathrm{N}'\right) = 4Q\psi_z,$$

und nach der Formel (24) ist dann:

$$\mathfrak{M}_z l\left(\left(\frac{s_{44}}{\varkappa_2^2} + \frac{s_{55}}{\varkappa_1^2}\right)\psi_z'' - \left(\frac{n_{44}}{\varkappa_2^2} + \frac{n_{55}}{\varkappa_1^2}\right)\psi_z'''\right) = -4Q\psi_z. \tag{50}$$

Die Gleichungen (48), (49) und (50) fallen unter die Form

$$\varphi'' - \frac{2\alpha}{\beta}\varphi''' + \beta\varphi = 0, \tag{51}$$

wobei α und β dieselbe Bedeutung haben, wie in (46). Setzt man, um sie zu integriren

$$\varphi = e^{-qt}(A\cos pt + B\sin pt), \tag{51'}$$

so erhält man für p und q die Bedingungen:

$$\begin{aligned} q^2 - p^2 - \frac{2\alpha q}{\beta}(3p^2 - q^2) + \beta &= 0, \\ q - \frac{\alpha}{\beta}(p^2 - 3q^2) &= 0. \end{aligned} \tag{51''}$$

Eliminirt man aus der ersten p mit Hülfe der zweiten, so folgt:

$$q+8q^2\left(\frac{\alpha}{\beta}\right)+16q^3\left(\frac{\alpha}{\beta}\right)^2=\alpha, \tag{51'''}$$

eine Gleichung, die man unter Voraussetzung eines kleinen α/β durch Annäherung lösen kann. Man erhält so

$$q=\alpha\left(1-8\frac{\alpha^2}{\beta}+112\frac{\alpha^4}{\beta^2}\pm\ldots\right), \tag{52}$$

woraus dann folgt

$$p^2=\beta\left(1-5\frac{\alpha^2}{\beta}+64\frac{\alpha^4}{\beta^2}\mp\ldots\right).$$

Die Schwingungsdauer T bestimmt sich aus

$$p=\frac{2\pi}{T},$$

das logarithmische Decrement ist

$$\lambda=qT=\frac{2\pi q}{p}.$$

Beschränkt man sich auf die niedrigsten Correctionsglieder und setzt wie Seite 28 wieder $2\alpha=\beta n$, so findet sich

$$\left.\begin{aligned} T&=\frac{2\pi}{\sqrt{\beta}}\left(1+\frac{5\alpha^2}{2\beta}\right)=\frac{2\pi}{\sqrt{\beta}}\left(1+\frac{5\lambda^2}{8\pi^2}\right),\\ \lambda&=\frac{2\pi^2\alpha}{T\beta}\left(1-\frac{3\alpha^2}{\beta}\right)=\frac{2\pi^2 n}{T}\left(1-\frac{3\lambda^2}{4\pi^2}\right),\end{aligned}\right\} \tag{53}$$

woraus folgt

$$n=\frac{\lambda T}{2\pi^2}\left(1+\frac{3\lambda^2}{4\pi^2}\right). \tag{54}$$

Das zweite Glied ist als eine zu (47') hinzutretende Correction zu betrachten.

§ 3. Ueber die Dämpfung beliebiger unendlich kleiner Schwingungen unendlich dünner cylindrischer Stäbe.

Die Vorbedingung für die Anwendbarkeit der Resultate, welche ich früher für das Gleichgewicht elastischer Krystallstäbe gefunden habe, auf das Bewegungsproblem war nach Seite 21 das Unendlich-

kleinwerden der Glieder $\varepsilon u''$, $\varepsilon v''$, $\varepsilon w''$ in den Bewegungsgleichungen (1). Diese Voraussetzung war im vorigen Abschnitt erfüllt in Folge der Annahme sehr langsamer Schwingungen. Man gelangt zu derselben aber auch, wie Kirchhoff gezeigt hat[1]), falls man die Querdimensionen des behandelten Cylinders unendlich klein gegen seine Länge annimmt. Für ein Querschnittselement gelten dann auch für den Bewegungszustand die Gleichungen (24) und daraus folgend (26) und (28), falls man sie auf ein mit der Grundfläche des Elementes fest verbundenes Coordinatensystem bezieht.

Auch die Folgerungen, welche zur Bestimmung der Constanten h und g_h führten, lassen sich nach der Bemerkung zu (33) aufrecht erhalten; die Berechnung der Werthe Γ, Λ, M, N aus (35) und (40) setzte aber voraus, daß in diesen Größen der von der inneren Reibung herrührende Theil klein ist gegen den von der Elasticität abhängenden. Hierzu ist, wenn wir die Geschwindigkeiten bei beliebigen Schwingungen nicht beschränken wollen, erforderlich, daß die Reibungsconstanten selbst sehr kleine Werthe besitzen.

Setzt man dies voraus, so kann man für die Kräfte und Momente, welche das betrachtete Querschnittselement vom folgenden erfährt, einfach die Werthe benutzen, welche aus (35) und (40) folgen, wenn man sie angenährt nach Γ, Λ, M, N auflöst.

Weicht während der Bewegung die Axe des Stabes unendlich wenig von der Geraden ab und ist auch die Drillung τ um die Längsaxe unendlich klein, so kann man die Stabelemente auf ein absolut festes Coordinatensystem X, Y, Z beziehen, welches für den nicht deformirten Zustand mit dem in den Elementen festen zusammenfällt, und hat dann

$$(55)\qquad g_1 = -\frac{\partial^2 v}{\partial z^2},\; g_2 = -\frac{\partial^2 u}{\partial z^2},\; g_3 = \frac{\partial w}{\partial z},\; h = \frac{\partial \tau}{\partial z},$$

wo sich nun u, v, w auf die Verschiebung, τ auf die Drillung an der durch den Coordinatenwerth z gegebenen Stelle der Cylinder- resp. Z-Axe bezieht. Die Einführung dieser Werthe in die Ausdrücke für Γ, Λ, M, N bestimmt diese Größen als Functionen von u, v, w, τ.

1) G. Kirchhoff, Mechanik, Leipzig 1876, p. 410.

Dieselben sind dann in den allgemeinen Bewegungsgleichungen eines unendlich dünnen Stabes zu benutzen, welche, wenn äußere Kräfte nicht wirken, lauten:

$$\begin{aligned}
\frac{\partial^2 \mathrm{M}}{\partial z^2} &= \varepsilon Q\left(\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \varkappa_y^2 \frac{\partial^4 u}{\partial z^2 \partial t^2}\right),\\
\frac{\partial^2 \Lambda}{\partial z^2} &= \varepsilon Q\left(\frac{\partial^2 v}{\partial t^2} - \varkappa_x^2 \frac{\partial^4 v}{\partial z^2 \partial t^2}\right),\\
\frac{\partial \mathrm{N}}{\partial z} &= \varepsilon Q\,(\varkappa_x^2 + \varkappa_y^2)\frac{\partial^2 \tau}{\partial t^2},\\
\frac{\partial \Gamma}{\partial z} &= \varepsilon Q \frac{\partial^2 w}{\partial t^2},
\end{aligned} \tag{56}$$

um die allgemeinen Differentialgleichungen für unendlich kleine Bewegungen zu erhalten.

Die so erhaltenen Gleichungen sind mit Ausnahme der letzten äußerst complicirt. Wir beschränken uns wie oben auf den einfacheren Fall, daß der Stab so gegen die Krystallaxen orientirt ist, daß s_{34} und s_{35}, und damit die Nebenänderungen verschwinden. Dann ergiebt sich das folgende System Gleichungen:

$$\begin{aligned}
\frac{\varkappa_y^2}{s_{33}}\left(\frac{\partial^4 u}{\partial z^4} + \frac{n_{33}}{s_{33}}\frac{\partial^5 u}{\partial z^4 \partial t}\right) + \varepsilon\left(\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \varkappa_y^2 \frac{\partial^4 u}{\partial z^2 \partial t^2}\right) &= 0,\\
\frac{\varkappa_x^2}{s_{33}}\left(\frac{\partial^4 v}{\partial z^4} + \frac{n_{33}}{s_{33}}\frac{\partial^5 v}{\partial z^4 \partial t}\right) + \varepsilon\left(\frac{\partial^2 v}{\partial t^2} - \varkappa_x^2 \frac{\partial^4 v}{\partial z^2 \partial t^2}\right) &= 0,\\
\frac{4\varkappa_1^2\varkappa_2^2}{s_{44}\varkappa_1^2 + s_{55}\varkappa_2^2}\left(\frac{\partial^2 \tau}{\partial z^2} + \frac{n_{44}\varkappa_1^2 + n_{55}\varkappa_2^2}{s_{44}\varkappa_1^2 + s_{55}\varkappa_2^2}\frac{\partial^3 \tau}{\partial z^2 \partial t}\right) - \varepsilon(\varkappa_x^2 + \varkappa_y^2)\frac{\partial^2 \tau}{\partial t^2} &= 0,\\
\frac{1}{s_{33}}\left(\frac{\partial^2 w}{\partial z^2} + \frac{n_{33}}{s_{33}}\frac{\partial^3 w}{\partial z^2 \partial t}\right) - \varepsilon\frac{\partial^2 w}{\partial t^2} &= 0.
\end{aligned} \tag{57}$$

Ist der Cylinder, wie z. B. bei dem Problem der schwingenden Saite, durch eine parallel seiner Axe auf die Endflächen wirkende Kraft gespannt, so ist in den ersten beiden Gleichungen auf der linken Seite noch das Glied $-P\partial^2 u/\partial z^2$ resp. $-P\partial^2 v/\partial z^2$ hinzuzufügen. Hierin bezeichnet P die auf die Querschnittseinheit bezogene Spannung.

Für den speciellen Fall eines isotropen Kreiscylinders lassen die Formeln (57) sich leicht direct ableiten, worauf ich Werth lege, da Herr O. E. Meyer[1]) für die longitudinalen Schwingungen eines Cylinders zu

1) O. E. Meyer, Pogg. Ann. 151, p. 113, 1874.

einem Gesetz kömmt, welches von dem in der letzten der vorstehenden Formeln enthaltenen abweicht.

Herr F. E. Neumann[1]) giebt für die Bewegung eines unendlich dünnen Kreiscylinders vom Radius R Gleichungen, welche in unserer Bezeichnung lauten:

$$
(58)\qquad
\begin{aligned}
&\varepsilon\left(\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}+\frac{R^2}{8}\left(\frac{\partial^4 u}{\partial x^2\partial t^2}+\frac{\partial^4 u}{\partial y^2\partial t^2}+2\frac{\partial^4 w}{\partial z\partial x\partial t^2}\right)\right)+\frac{R^2}{4}\frac{\overline{\partial^3(Z_z)}}{\partial z^2\partial x}=0,\\
&\varepsilon\left(\frac{\partial^2 v}{\partial t^2}+\frac{R^2}{8}\left(\frac{\partial^4 v}{\partial x^2\partial t^2}+\frac{\partial^4 v}{\partial y^2\partial t^2}+2\frac{\partial^4 w}{\partial z\partial y\partial t^2}\right)\right)+\frac{R^2}{4}\frac{\overline{\partial^3(Z_z)}}{\partial z^2\partial y}=0,\\
&\varepsilon\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}+\frac{\overline{\partial(Z_z)}}{\partial z}=0.
\end{aligned}
$$

Dazu kommmen die Bedingungen:

$$
(58')\qquad
\begin{aligned}
&(\overline{X_x})=(\overline{Y_y})=(\overline{Y_z})=(\overline{Z_x})=(\overline{X_y})=0,\\
&\frac{\overline{\partial(X_x)}}{\partial x}=\frac{\overline{\partial(X_x)}}{\partial y}=\frac{\overline{\partial(Y_y)}}{\partial x}=\frac{\overline{\partial(Y_y)}}{\partial y}=\frac{\overline{\partial(X_y)}}{\partial x}=\frac{\overline{\partial(X_y)}}{\partial y}=0,\\
&\frac{\overline{\partial(Z_x)}}{\partial x}=\frac{\overline{\partial(Z_y)}}{\partial y}=\frac{\overline{\partial(Z_x)}}{\partial y}+\frac{\overline{\partial(Z_y)}}{\partial x}=0.
\end{aligned}
$$

Hierin bezeichnet z. B. $(\overline{Z_z})$ den Werth der Druckcomponente (Z_z) an der Stelle $x=y=0$, $z=z$, und seine Differentialquotienten sind an derselben Stelle zu nehmen. Obwohl nun Herr Neumann nur elastische Kräfte, aber keine innere Reibung voraussetzt, so enthält doch seine Entwickelung bis zu diesen Formeln hin nichts, was verböte, von letzterer herrührende Antheile in den Druckcomponenten anzunehmen.

Um die Gleichungen (58) auf eine Gestalt zu bringen, in der sie von Abhängigen nur u, v, w, enthalten, ist es nöthig, sie mit den ihnen folgenden Bedingungen (58′) geeignet zu combiniren.

Für die Umformung der letzten Gleichung (58) sind nur die Bedingungen

$$(\overline{X_x})=(\overline{Y_y})=0$$

heranzuziehen, welche ausführlich geschrieben lauten:

---

1) F. E. Neumann, Vorl. über Elasticität, Leipzig 1885, p. 352 u. folg.

$$\begin{aligned} c\overline{x}_x + c'(\overline{y}_y+\overline{z}_z) + a\overline{x}'_x + a'(\overline{y}'_y+\overline{z}'_z) &= 0 \\ c\overline{y}_y + c'(\overline{x}_x+\overline{z}_z) + a\overline{y}'_y + a'(\overline{x}'_x+\overline{z}'_z) &= 0. \end{aligned} \tag{59}$$

Dieselben lassen sich durch Annäherung auflösen und geben in erster Näherung

$$\overline{x}_x = \overline{y}_y = -\overline{z}_z \frac{c'}{c+c'}, \tag{59'}$$

also in zweiter

$$\overline{x}_x = \overline{y}_y = -\overline{z}_z \frac{c'}{c+c'} + \overline{z}'_z \frac{ac'-a'c}{(c+c')^2}. \tag{59''}$$

Führt man diese Beziehungen in den Ausdruck

$$-(\overline{Z}_z) = c\overline{z}_z + c'(\overline{x}_x+\overline{y}_y) + a\overline{z}'_z + a'(\overline{x}'_x+\overline{y}'_y)$$

und das Resultat davon in die letzte Gleichung (58) ein, so erhält man:

$$\frac{(c-c')(c+2c')}{c+c'}\frac{\partial^2 w}{\partial z^2} + \left(a - \frac{2a'c'}{c+c'} + 2c'\frac{ac'-ca'}{(c+c')^2}\right)\frac{\partial^3 w}{\partial z^2 \partial t} - \varepsilon\frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = 0. \tag{60}$$

Nun ist aber, wie leicht durch directe Rechnung zu zeigen, für isotrope Körper

$$\frac{c+c'}{(c-c')(c+2c')} = s_{33}, \quad a - \frac{2a'c'}{(c+c')} + 2c'\frac{ac'-ca'}{(c+c')^2} = \frac{n_{33}}{s_{33}^2}; \tag{60'}$$

das jetzt erhaltene Resultat ist also mit dem früheren identisch.

Für die Umformung der ersten Bewegungsgleichung (58) ist zu benutzen, daß nach (58')

$$(\overline{Z}_z) = \frac{\partial(\overline{X}_z)}{\partial x} = \frac{\partial(\overline{X}_x)}{\partial y} = \frac{\partial(\overline{X}_y)}{\partial y} = 0$$

ist. Die erste dieser Bedingungen darf nach z differentiirt werden und liefert für Punkte der Z-Axe:

$$\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial z} = -\frac{\partial^2 u}{\partial z^2};$$

die letzte führt auf (61)

$$\frac{\partial^2 v}{\partial x \partial z} = -\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}.$$

Hierdurch wird die zweite und dritte Bedingung zu

$$(61')\quad \begin{aligned} &+c\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}-c'\left(\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial z^2}\right)+a\frac{\partial^2 u'}{\partial x^2}-a'\left(\frac{\partial^2 u'}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 u'}{\partial z^2}\right)=0,\\ &-c\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}+c'\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}-\frac{\partial^2 u}{\partial z^2}\right)-a\frac{\partial^2 u'}{\partial y^2}+a'\left(\frac{\partial^2 u'}{\partial x^2}-\frac{\partial^2 u'}{\partial z^2}\right)=0. \end{aligned}$$

Hieraus folgt in erster Näherung

$$(61'')\quad \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}=-\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}=\frac{c'}{c+c'}\frac{\partial^2 u}{\partial z^2},$$

und in zweiter

$$(61''')\quad \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}=-\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}=\frac{c'}{c+c'}\frac{\partial^2 u}{\partial z^2}-\frac{ac'-ca'}{(c+c')^2}\frac{\partial^2 u'}{\partial z^2}.$$

Setzt man diese Resultate in den Ausdruck

$$-\frac{\partial\overline{(Z_z)}}{\partial x}=c\frac{\partial^2 w}{\partial x\partial z}+c'\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 v}{\partial x\partial y}\right)+a\frac{\partial^2 w'}{\partial x\partial z}+a'\left(\frac{\partial^2 u'}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 v'}{\partial x\partial y}\right)$$

und ebenso in die übrigen Glieder der umzuformenden Gleichung (58') ein und beachtet man die Beziehungen (60'), so ergiebt sich leicht:

$$(62)\quad \frac{R^2}{4s_{33}}\left(\frac{\partial^4 u}{\partial z^4}+\frac{n_{33}}{s_{33}}\frac{\partial^5 u}{\partial z^4\partial t}\right)+\varepsilon\left(\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}-\frac{R^2}{4}\frac{\partial^4 u}{\partial z^2\partial t^2}\right)=0;$$

dies stimmt aber, da für einen kreisförmigen Querschnitt $\varkappa_x = \varkappa_y = R/2$ ist, mit der ersten Formel (57) vollständig überein.

Die dritte der Bewegungsgleichungen (57) erhält man für einen isotropen Kreiscylinder, wenn man in die allgemeinen Bewegungsgleichungen (1) substituirt

$$u=-\tau y,\ v=+\tau x,\ w\equiv 0,$$

worin τ nur z und t enthält, und bildet:

$$\begin{aligned} (X_x)&=(Y_y)=(Z_z)=(X_y)=0,\\ -(Y_z)&=\frac{c-c'}{2}x\frac{\partial\tau}{\partial z}+\frac{a-a'}{2}x\frac{\partial\tau'}{\partial z},\\ +(Z_x)&=\frac{c-c'}{2}y\frac{\partial\tau}{\partial z}+\frac{a-a'}{2}y\frac{\partial\tau'}{\partial z}. \end{aligned}$$

Dies System erfüllt die Randbedingungen (25) und ergiebt:

$$(63)\quad \frac{\varepsilon}{2}\left(\frac{\partial v''}{\partial x}-\frac{\partial u''}{\partial y}\right)=\varepsilon\frac{\partial^2\tau}{\partial t^2}=\frac{c-c'}{2}\frac{\partial^2\tau}{\partial z^2}+\frac{a-a'}{2}\frac{\partial^3\tau}{\partial z^2\partial t}.$$

Für einen isotropen Kreiscylinder ist aber $\varkappa_x = \varkappa_y$, $s_{44} = s_{55}$, $n_{44} = n_{55}$; also wird die dritte Gleichung (57) zu

$$\varepsilon \frac{\partial^2 \tau}{\partial t^2} = \frac{1}{s_{44}} \left(\frac{\partial^2 \tau}{\partial z^2} + \frac{n_{44}}{s_{44}} \frac{\partial^3 \tau}{\partial z^2 \partial t} \right), \tag{63'}$$

und dies führt, da für ein isotropes Medium $s_{44} = 2/(c-c')$ und $n_{44}/s_{44}^2 = (a-a')/2$ ist, auf den Ausdruck (63). —

Die Bewegungsgleichungen (57), welche den Formeln (43) bis (45) entsprechen und die Form besitzen, die man ohne strenge Theorie bisher zur Erklärung der Erscheinungen der innern Reibung in Stäben angewandt hat, sind aus den Formeln (35) und (40) abgeleitet unter Anwendung einer Annäherung, die für die Praxis zumeist unbedenklich sein dürfte; dennoch hat es ein Interesse, daß man sie durch ein System Gleichungen ersetzen kann, welche ohne eine Vernachlässigung erhalten werden und daher dieselbe Genauigkeit besitzen wie die Grundformeln (33).

Hierzu hat man nur die ersten beiden Gleichungen (56) zweimal, die letzten beiden einmal nach z zu differentiiren, darauf die Formeln (55) zu benutzen und endlich für die g_h und h die Werthe aus (35) und (40) einzusetzen.

Man erhält hierdurch folgendes strengere System von Bewegungsgleichungen:

$$\begin{aligned}
&\frac{\partial^4 \Lambda}{\partial z^4} + \frac{\varepsilon}{\varkappa_x^2}\left(\frac{\partial^2}{\partial t^2} - \varkappa_x^2 \frac{\partial^4}{\partial z^2 \partial t^2}\right)\left(s_{33}\Lambda - s_{53}\frac{N}{2} - n_{33}\Lambda' + n_{53}\frac{N'}{2}\right) = 0,\\
&\frac{\partial^4 M}{\partial z^4} + \frac{\varepsilon}{\varkappa_y^2}\left(\frac{\partial^2}{\partial t^2} - \varkappa_y^2 \frac{\partial^4}{\partial z^2 \partial t^2}\right)\left(s_{33}M + s_{43}\frac{N}{2} - n_{33}M' - n_{43}\frac{N'}{2}\right) = 0,\\
&\frac{\partial^2 N}{\partial z^2} - \varepsilon(\varkappa_x^2 + \varkappa_y^2)\frac{\partial^2}{\partial t^2}\left(\frac{s_{44}N - n_{44}N'}{4\varkappa_2^2} + \frac{s_{55}N - n_{55}N'}{4\varkappa_1^2} + \frac{s_{34}M - n_{34}M'}{2\varkappa_y^2} - \frac{s_{35}\Lambda - n_{35}\Lambda'}{2\varkappa_x^2}\right) = 0,\\
&\frac{\partial^2 \Gamma}{\partial z^2} - \varepsilon \frac{\partial^2}{\partial t^2}(s_{33}\Gamma - n_{33}\Gamma') = 0.
\end{aligned} \tag{64}$$

Dasselbe vereinfacht sich erheblich, wenn keine Nebenänderungen stattfinden, also s_{34}, s_{35}, n_{34}, n_{35}, n_{43}, n_{53} gleich Null sind.

Aehnliche Gestalten nehmen die Formeln an, die man erhält, wenn man die Gleichungen (35) und (40) zwei- resp. einmal nach z differentiirt

und ihre rechten Seiten unter Benutzung von (56), ihre linken von (55) umformt.

Man erhält so das den Formeln (48) bis (50) entsprechende System:

$$
(64') \quad \begin{aligned}
&\varkappa_y^2 \frac{\partial^4 u}{\partial z^4} + \varepsilon \left[\left(s_{33} - n_{33} \frac{\partial}{\partial t} \right) \left(\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \varkappa_y^2 \frac{\partial^4 u}{\partial z^2 \partial t^2} \right) + (\varkappa_x^2 + \varkappa_y^2) \left(s_{43} - n_{43} \frac{\partial}{\partial t} \right) \frac{\partial^3 \tau}{\partial z \partial t^2} \right] = 0, \\
&\varkappa_x^2 \frac{\partial^4 v}{\partial z^4} + \varepsilon \left[\left(s_{33} - n_{33} \frac{\partial}{\partial t} \right) \left(\frac{\partial^2 v}{\partial t^2} - \varkappa_x^2 \frac{\partial^4 v}{\partial z^2 \partial t^2} \right) - (\varkappa_x^2 + \varkappa_y^2) \left(s_{53} - n_{53} \frac{\partial}{\partial t} \right) \frac{\partial^3 \tau}{\partial z \partial t^2} \right] = 0, \\
&\frac{\partial^3 \tau}{\partial z^3} - \varepsilon \left(\frac{\varkappa_x^2 + \varkappa_y^2}{4} \right) \left(\left(\frac{s_{44}}{\varkappa_2^2} + \frac{s_{55}}{\varkappa_1^2} \right) - \left(\frac{n_{44}}{\varkappa_2^2} + \frac{n_{55}}{\varkappa_1^2} \right) \frac{\partial}{\partial t} \right) \frac{\partial^3 \tau}{\partial z \partial t^2} \\
&\quad - \frac{\varepsilon}{2 \varkappa_y^2} \left(s_{34} - n_{34} \frac{\partial}{\partial t} \right) \left(\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \varkappa_y^2 \frac{\partial^4 u}{\partial z^2 \partial t^2} \right) + \frac{\varepsilon}{2 \varkappa_x^2} \left(s_{35} - n_{35} \frac{\partial}{\partial t} \right) \left(\frac{\partial^2 v}{\partial t^2} - \varkappa_x^2 \frac{\partial^4 v}{\partial z^2 \partial t^2} \right) = 0, \\
&\frac{\partial^2 w}{\partial z^2} - \varepsilon \left(s_{33} - n_{33} \frac{\partial}{\partial t} \right) \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = 0.
\end{aligned}
$$

§ 4. Ueber die Functionen der Reibungsconstanten, auf welche die Beobachtung gedämpfter Schwingungen von Stäben führt.

Die Aggregate n_{hk}, welche neben den Functionen s_{hk} der Elasticitätsconstanten in unsern Endformeln (35), (40) und den darauf beruhenden (43) bis (45), (48) bis (50) ausschließlich auftreten, sind homogene lineäre Functionen der Reibungsconstanten a_{hk}, welche sich auf das mit dem Cylinder verbundene Coordinatensystem X, Y, Z beziehen, und vom zweiten Grade in Bezug auf die s_{hk}, von denen Analoges gilt. Die n_{hk}, wie die a_{hk} und s_{hk} sind also Functionen der Lage des Coordinatensystemes gegen die Krystallaxen und es wird sich zunächst darum handeln, diese Größen durch die ihnen für das Hauptaxensystem Ξ, H, Z entsprechenden auszudrücken.

Für die a_{hk} habe ich die bezügliche Formel unter (12) angegeben; sie lautete

$$
(65) \qquad a_{hk} = \sum_m \sum_n d'_{hm} d'_{kn} \alpha_{mn},
$$

worin die d' die aus dem System (8) abzulesende Bedeutung haben.

Für die s_{hk} habe ich die analoge Formel schon früher abgeleitet; man gelangt viel schneller als auf dem damals gegebenen Wege zu derselben, wenn man das Potential der elastischen Kräfte Φ, in Bezug auf das Hauptaxensystem Ξ, H, Z gegeben durch

$$-2\Phi = \xi_\xi \Xi_\xi + \eta_\eta H_\eta + \zeta_\zeta Z_\zeta + \eta_\zeta H_\zeta + \zeta_\xi Z_\xi + \xi_\eta \Xi_\eta,$$

oder in den Abkürzungen (5) durch

$$-2\Phi = \sum_h \pi_h \Pi_h,$$

als Function der Π_h allein schreibt, nämlich setzt

$$+2\Phi = \sum_h \sum_k \Pi_h \Pi\, \sigma_{hk},$$

und hierin die auf das System X, Y, Z bezüglichen P_i nach (6) einführt. Man erhält so:

$$+2\Phi = \sum_h \sum_k \sigma_{hk} \sum_a P_a d_{ah} \sum_b P_b d_{bk},$$
$$= \sum_a \sum_b P_a P_b \sum_h \sum_k \sigma_{kh}\, d_{ah} d_{bk},$$

also, da auf das System X, Y, Z bezogen

$$+2\Phi = \sum_a \sum_b P_a P_b s_{ab}$$

ist:

$$s_{ab} = \sum_h \sum_k d_{ah} d_{bk} \sigma_{hk}; \qquad (65')$$

dies ist die gesuchte Formel.

Sie ist mit (65) zusammen zu benutzen, um den entsprechenden Ausdruck für n_{hk} abzuleiten.

Es war gesetzt:

$$\sum_i a_{hi} s_{ki} = r_{hk}, \quad \sum_p r_{pa} s_{pb} = n_{ab}; \qquad (66)$$

also ist

$$n_{ab} = \sum_p \sum_i a_{pi} s_{ai} s_{pb} = \sum_p \sum_i a_{pi} s_{ia} s_{pb}.$$

Setzen wir hier die Werthe (65) und (65') ein, so findet sich

$$n_{ab} = \sum_p \sum_i \Big(\sum_m \sum a_{mn} d'_{pm} d'_{in} \sum_g \sum_h \sigma_{gh} d_{ig} d_{ah} \sum_f \sum_k \sigma_{fk} d_{pf} d_{bk} \Big),$$

oder anders geordnet

$$= \sum_m \sum_n a_{mn} \sum_g \sum_h \sigma_{gh} d_{ah} \sum_f \sum_k \sigma_{fk} d_{bk} \sum_p d'_{pm} d_{pf} \sum_i d'_{in} d_{ig}.$$

Nach (9) geben die letzten beiden Summen je den Werth Null für $m \lesseqgtr f$, $n \lesseqgtr g$, aber Eins für $m = f$, $n = g$, wir erhalten somit:

$$n_{ab} = \sum_h \sum_k d_{ah} d_{bk} \sum_m \sum_n \alpha_{mn} \sigma_{mk} \sigma_{nh}.$$

Nun ist aber offenbar

(66′) $$\sum_m \sum_n \alpha_{mn} \sigma_{nh} \sigma_{mk} = \nu_{hk}$$

das n_{hk} entsprechende Aggregat bezogen auf das Hauptaxensystem Ξ, H, Z, also wird durch

$$n_{ab} = \sum_h \sum_k d_{ah} d_{bk} \nu_{hk}$$

die gesuchte Formel für n_{ab} gegeben. Man erkennt, daß sie vollständig mit der für s_{ab} geltenden (65′) übereinstimmt und dies ist begreiflich, da die n_{ab} und s_{ab} in dem System (33) neben einander auftreten.

Die auf ein beliebiges Coordinatensystem bezogenen n_{hk} drücken sich also ebenso durch die für das Hauptaxensystem gültigen ν_{hk} aus, wie die Determinantenverhältnisse s_{hk} durch die σ_{hk}. Es erscheint daher angemessen, die ν_{hk}, welche in den obigen Bewegungsgleichungen cylindrischer Stäbe allein auftreten, statt der eigentlichen Reibungsconstanten a_{hk} als das Ziel der Beobachtungen zu betrachten, da letztere sich erst durch weitläufige Rechnung, also weniger genau bestimmen und in der Anwendung einzeln keine Bedeutung haben.

Ich möchte für diese einander in gewisser Hinsicht entsprechenden Functionen ν_{hk} resp. σ_{hk} einen eigenen Namen in Vorschlag bringen.

Da die Größen σ_{hk} resp. s_{hk} die elastischen Deformationen von Stäben und damit die für alle Anwendungen wichtigsten messen, so nenne ich sie die Elasticitätsmoduln der Substanz und zwar die σ_{hk}, als auf das Hauptaxensystem bezogen, die Haupt-Elasticitätsmoduln, die s_{hk}, als für ein beliebiges System gültig, die abgeleiteten.

Ebenso sollen weiterhin die ν_{hk} die Hauptreibungsmoduln, die n_{hk} die abgeleiteten Reibungsmoduln genannt werden.

Zwischen beiden ist formell der wichtige Unterschied, daß zwar gilt:

$$\sigma_{hk} = \sigma_{kh},\ s_{hk} = s_{kh},$$

aber nicht allgemein:

$$\nu_{hk} = \nu_{kh},\ n_{hk} = n_{kh}.$$

Die Anzahl der von einander unabhängigen Reibungsmoduln für die verschiedenen Krystallsysteme ist leicht zu überblicken. Ich gebe im Folgenden entsprechend den bezüglichen Angaben über die Haupt-Reibungsconstanten a_{hk} die Schemata der Reibungsmoduln ν_{hk} und füge dazu diejenigen der Elasticitätsmoduln σ_{hk}, welche noch nirgends in dieser Allgemeinheit mitgetheilt sind, aber sowohl an sich, als für die Berechnung der Reibungsmoduln Interesse besitzen. Dabei bemerke ich, daß man diese Schemata auf demselben Wege erhalten kann, wie oben diejenigen der Reibungsconstanten a_{hk}, nämlich unter Benutzung der für sie geltenden Transformationsgleichungen (52) und (53) und unter Anwendung der Hypothese, daß für physikalisch gleichwerthige Axensysteme die einander entsprechenden Moduln gleiche Werthe besitzen müssen.

Für das triclíne System stelle ich die bezüglichen Schemata, welche alle Glieder enthalten, nur der Vollständigkeit wegen an die Spitze.

$$\begin{array}{cccccc} \nu_{11} & \nu_{12} & \nu_{13} & \nu_{14} & \nu_{15} & \nu_{16} \\ \nu_{21} & \nu_{22} & \nu_{23} & \nu_{24} & \nu_{25} & \nu_{26} \\ \nu_{31} & \nu_{32} & \nu_{33} & \nu_{34} & \nu_{35} & \nu_{36} \\ \nu_{41} & \nu_{42} & \nu_{43} & \nu_{44} & \nu_{45} & \nu_{46} \\ \nu_{51} & \nu_{52} & \nu_{53} & \nu_{54} & \nu_{55} & \nu_{56} \\ \nu_{61} & \nu_{62} & \nu_{63} & \nu_{64} & \nu_{65} & \nu_{66} \end{array} \qquad \begin{array}{cccccc} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{13} & \sigma_{14} & \sigma_{15} & \sigma_{16} \\ \sigma_{12} & \sigma_{22} & \sigma_{23} & \sigma_{24} & \sigma_{25} & \sigma_{26} \\ \sigma_{13} & \sigma_{23} & \sigma_{33} & \sigma_{34} & \sigma_{35} & \sigma_{36} \\ \sigma_{14} & \sigma_{24} & \sigma_{34} & \sigma_{44} & \sigma_{45} & \sigma_{46} \\ \sigma_{15} & \sigma_{25} & \sigma_{35} & \sigma_{45} & \sigma_{55} & \sigma_{56} \\ \sigma_{16} & \sigma_{26} & \sigma_{36} & \sigma_{46} & \sigma_{56} & \sigma_{66} \end{array} \qquad \text{I.}$$

21 Elasticitäts- und 36 Reibungsmoduln.

Für das monocline System, dessen Symmetrieaxe zu Ξ-Axe gewählt ist, gilt das Schema

$$\begin{array}{cccccc} \nu_{11} & \nu_{12} & \nu_{13} & \nu_{14} & 0 & 0 \\ \nu_{21} & \nu_{22} & \nu_{23} & \nu_{24} & 0 & 0 \\ \nu_{31} & \nu_{32} & \nu_{33} & \nu_{34} & 0 & 0 \\ \nu_{41} & \nu_{42} & \nu_{43} & \nu_{44} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \nu_{55} & \nu_{56} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \nu_{65} & \nu_{66} \end{array} \qquad \begin{array}{cccccc} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{13} & \sigma_{14} & 0 & 0 \\ \sigma_{12} & \sigma_{22} & \sigma_{23} & \sigma_{24} & 0 & 0 \\ \sigma_{13} & \sigma_{23} & \sigma_{33} & \sigma_{34} & 0 & 0 \\ \sigma_{14} & \sigma_{24} & \sigma_{34} & \sigma_{44} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_{55} & \sigma_{56} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_{56} & \sigma_{66} \end{array} \qquad \text{II.}$$

13 Elasticitäts- und 20 Reibungsmoduln.

Für das rhombische System erhält man

$$
\text{III.}\quad
\begin{array}{cccccc}
\nu_{11} & \nu_{12} & \nu_{13} & 0 & 0 & 0 \\
\nu_{21} & \nu_{22} & \nu_{23} & 0 & 0 & 0 \\
\nu_{31} & \nu_{32} & \nu_{33} & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & \nu_{44} & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & \nu_{55} & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \nu_{66}
\end{array}
\qquad
\begin{array}{cccccc}
\sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{13} & 0 & 0 & 0 \\
\sigma_{12} & \sigma_{22} & \sigma_{23} & 0 & 0 & 0 \\
\sigma_{13} & \sigma_{23} & \sigma_{33} & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & \sigma_{44} & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_{55} & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_{66}
\end{array}
$$

Die Anzahl der Elasticitätsmoduln ist 9, die der Reibungsmoduln 12.

Im quadratischen System gilt, wenn die Z-Axe die ausgezeichnete Axe darstellt, für Gruppe 9) bis 12):

$$
\text{IV}^{a}.\quad
\begin{array}{cccccc}
\nu_{11} & \nu_{12} & \nu_{13} & 0 & 0 & 0 \\
\nu_{12} & \nu_{11} & \nu_{13} & 0 & 0 & 0 \\
\nu_{31} & \nu_{31} & \nu_{33} & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & \nu_{44} & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & \nu_{44} & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \nu_{66}
\end{array}
\qquad
\begin{array}{cccccc}
\sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{13} & 0 & 0 & 0 \\
\sigma_{12} & \sigma_{11} & \sigma_{13} & 0 & 0 & 0 \\
\sigma_{13} & \sigma_{13} & \sigma_{33} & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & \sigma_{44} & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_{44} & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_{66}
\end{array}
$$

Die Anzahl der Elasticitäts-Moduln ist 6, der Reibungsmoduln 7.

Für Gruppe 13) bis 15) erhält man:

$$
\text{IV}^{b}.\quad
\begin{array}{cccccc}
\nu_{11} & \nu_{12} & \nu_{13} & 0 & 0 & \nu_{16} \\
\nu_{12} & \nu_{11} & \nu_{13} & 0 & 0 & -\nu_{16} \\
\nu_{31} & \nu_{31} & \nu_{33} & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & \nu_{44} & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & \nu_{44} & 0 \\
\nu_{61} & -\nu_{61} & 0 & 0 & 0 & \nu_{66}
\end{array}
\qquad
\begin{array}{cccccc}
\sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{13} & 0 & 0 & \sigma_{16} \\
\sigma_{12} & \sigma_{11} & \sigma_{13} & 0 & 0 & -\sigma_{16} \\
\sigma_{13} & \sigma_{13} & \sigma_{33} & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & \sigma_{44} & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_{44} & 0 \\
\sigma_{16} & -\sigma_{16} & 0 & 0 & 0 & \sigma_{66}
\end{array}
$$

7 Elasticitäts- und 9 Reibungsmoduln.

Für das reguläre System gilt

$$
\text{V.}\quad
\begin{array}{cccccc}
\nu_{11} & \nu_{12} & \nu_{12} & 0 & 0 & 0 \\
\nu_{12} & \nu_{11} & \nu_{12} & 0 & 0 & 0 \\
\nu_{12} & \nu_{12} & \nu_{11} & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & \nu_{44} & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & \nu_{44} & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \nu_{44}
\end{array}
\qquad
\begin{array}{cccccc}
\sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{12} & 0 & 0 & 0 \\
\sigma_{12} & \sigma_{11} & \sigma_{12} & 0 & 0 & 0 \\
\sigma_{12} & \sigma_{12} & \sigma_{11} & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & \sigma_{44} & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_{44} & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_{44}
\end{array}
$$

3 Elasticitäts- und 3 Reibungsmoduln.

Im hexagonalen System findet sich für Gruppe 21) bis 27):

$$\begin{array}{cccccc}
\nu_{11} & \nu_{12} & \nu_{13} & 0 & 0 & 0 \\
\nu_{12} & \nu_{11} & \nu_{13} & 0 & 0 & 0 \\
\nu_{31} & \nu_{31} & \nu_{33} & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & \nu_{44} & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & \nu_{44} & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2(\nu_{11}-\nu_{12})
\end{array}
\qquad
\begin{array}{cccccc}
\sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{13} & 0 & 0 & 0 \\
\sigma_{12} & \sigma_{11} & \sigma_{13} & 0 & 0 & 0 \\
\sigma_{13} & \sigma_{13} & \sigma_{33} & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & \sigma_{44} & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_{44} & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2(\sigma_{11}-\sigma_{12})
\end{array}
\qquad \text{VI}^{a}.$$

Die Anzahl der Elasticitätsmoduln ist 5, die der Reibungsmoduln 6. Für die II. Classe gilt:

$$\begin{array}{cccccc}
\nu_{11} & \nu_{12} & \nu_{13} & \nu_{14} & 0 & 0 \\
\nu_{12} & \nu_{11} & \nu_{13} & -\nu_{14} & 0 & 0 \\
\nu_{31} & \nu_{31} & \nu_{33} & 0 & 0 & 0 \\
\nu_{41} & -\nu_{41} & 0 & \nu_{44} & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & \nu_{44} & 2\nu_{41} \\
0 & 0 & 0 & 0 & 2\nu_{14} & 2(\nu_{11}-\nu_{12})
\end{array}
\qquad
\begin{array}{cccccc}
\sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{13} & \sigma_{14} & 0 & 0 \\
\sigma_{12} & \sigma_{11} & \sigma_{13} & -\sigma_{14} & 0 & 0 \\
\sigma_{13} & \sigma_{13} & \sigma_{33} & 0 & 0 & 0 \\
\sigma_{14} & -\sigma_{14} & 0 & \sigma_{44} & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_{44} & 2\sigma_{14} \\
0 & 0 & 0 & 0 & 2\sigma_{14} & 2(\sigma_{11}-\sigma_{12})
\end{array}
\qquad \text{VI}^{b}.$$

Die Anzahl der Elasticitätsmoduln ist 6, die der Reibungsmoduln 8. Für die III. Classe endlich ist das System:

$$\begin{array}{cccccc}
\nu_{11} & \nu_{12} & \nu_{13} & \nu_{14} & -\nu_{25} & 0 \\
\nu_{12} & \nu_{11} & \nu_{13} & -\nu_{14} & \nu_{25} & 0 \\
\nu_{31} & \nu_{31} & \nu_{33} & 0 & 0 & 0 \\
\nu_{41} & -\nu_{41} & 0 & \nu_{44} & \nu_{45} & 2\nu_{52} \\
-\nu_{52} & \nu_{52} & 0 & -\nu_{45} & \nu_{44} & 2\nu_{41} \\
0 & 0 & 0 & 2\nu_{25} & 2\nu_{14} & 2(\nu_{11}-\nu_{12})
\end{array}
\qquad
\begin{array}{cccccc}
\sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{13} & \sigma_{14} & -\sigma_{25} & 0 \\
\sigma_{12} & \sigma_{11} & \sigma_{13} & -\sigma_{14} & \sigma_{25} & 0 \\
\sigma_{13} & \sigma_{13} & \sigma_{33} & 0 & 0 & 0 \\
\sigma_{14} & -\sigma_{14} & 0 & \sigma_{44} & 0 & 2\sigma_{25} \\
-\sigma_{25} & \sigma_{25} & 0 & 0 & \sigma_{44} & 2\sigma_{14} \\
0 & 0 & 0 & 2\sigma_{25} & 2\sigma_{14} & 2(\sigma_{11}-\sigma_{12})
\end{array}
\qquad \text{VI}^{c}.$$

7 Elasticitäts- und 11 Reibungsmoduln.

Für isotrope Körper folgt aus (V) falls man ν, σ, ν', σ' an Stelle von ν_{11}, σ_{11}, ν_{12}, σ_{12} treten läßt:

$$\begin{array}{cccccc}
\nu & \nu' & \nu' & 0 & 0 & 0 \\
\nu' & \nu & \nu' & 0 & 0 & 0 \\
\nu' & \nu' & \nu & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 2(\nu-\nu') & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 2(\nu-\nu') & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2(\nu-\nu')
\end{array}
\qquad
\begin{array}{cccccc}
\sigma & \sigma' & \sigma' & 0 & 0 & 0 \\
\sigma' & \sigma & \sigma' & 0 & 0 & 0 \\
\sigma' & \sigma' & \sigma & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 2(\sigma-\sigma') & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 2(\sigma-\sigma') & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2(\sigma-\sigma').
\end{array}
\qquad \text{VII}.$$

Von den abgeleiteten Reibungsmoduln kommen für die Beobachtung n_{33}, n_{44}, n_{55} in Betracht. Ihre allgemeinen Werthe sind sehr umständlich. Nach (7) und (67) wird nämlich:

$$
\begin{aligned}
n_{33} = & \left(\nu_{11}\alpha_3^2 + \nu_{12}\beta_3^2 + \nu_{13}\gamma_3^2 + \nu_{14}\beta_3\gamma_3 + \nu_{15}\gamma_3\alpha_3 + \nu_{16}\alpha_3\beta_3\right)\alpha_3^2 \\
& + \left(\nu_{21}\alpha_3^2 + \nu_{22}\beta_3^2 + \nu_{23}\gamma_3^2 + \gamma_{24}\beta_3\gamma_3 + \nu_{25}\gamma_3\alpha_3 + \nu_{26}\alpha_3\beta_3\right)\beta_3^2 \\
& + \left(\nu_{31}\alpha_3^2 + \nu_{32}\beta_3^2 + \nu_{33}\gamma_3^2 + \nu_{34}\beta_3\gamma_3 + \nu_{35}\gamma_3\alpha_3 + \nu_{36}\alpha_3\beta_3\right)\gamma_3^2 \\
& + \left(\nu_{41}\alpha_3^2 + \nu_{42}\beta_3^2 + \nu_{43}\gamma_3^2 + \nu_{44}\beta_3\gamma_3 + \nu_{45}\gamma_3\alpha_3 + \nu_{46}\alpha_3\beta_3\right)\beta_3\gamma_3 \\
& + \left(\nu_{51}\alpha_3^2 + \nu_{52}\beta_3^2 + \nu_{53}\gamma_3^2 + \nu_{54}\beta_3\gamma_3 + \nu_{55}\gamma_3\alpha_3 + \nu_{56}\alpha_3\beta_3\right)\gamma_3\alpha_3 \\
& + \left(\nu_{61}\alpha_3^2 + \nu_{62}\beta_3^2 + \nu_{63}\gamma_3^2 + \nu_{64}\beta_3\gamma_3 + \nu_{65}\gamma_3\alpha_3 + \nu_{66}\alpha_3\beta_3\right)\alpha_3\beta_3,
\end{aligned}
\tag{68}
$$

$$
\begin{aligned}
n_{44} = & (\nu_{11}2\alpha_2\alpha_3+\nu_{12}2\beta_2\beta_3+\nu_{13}2\gamma_2\gamma_3+\nu_{14}(\beta_2\gamma_3+\gamma_2\beta_3)+\nu_{15}(\gamma_2\alpha_3+\alpha_2\gamma_3)+\nu_{16}(\alpha_2\beta_3+\beta_2\alpha_3))2\alpha_2\alpha_3 \\
& +(\nu_{21}2\alpha_2\alpha_3+\nu_{22}2\beta_2\beta_3+\nu_{23}2\gamma_2\gamma_3+\nu_{24}(\beta_2\gamma_3+\gamma_2\beta_3)+\nu_{25}(\gamma_2\alpha_3+\alpha_2\gamma_3)+\nu_{26}(\alpha_2\beta_3+\beta_2\alpha_3))2\beta_2\beta_3 \\
& +(\nu_{31}2\alpha_2\alpha_3+\nu_{32}2\beta_2\beta_3+\nu_{33}2\gamma_2\gamma_3+\nu_{34}(\beta_2\gamma_3+\gamma_2\beta_3)+\nu_{35}(\gamma_2\alpha_3+\alpha_2\gamma_3)+\nu_{36}(\alpha_2\beta_3+\beta_2\alpha_3))2\gamma_2\gamma_3 \\
& +(\nu_{41}2\alpha_2\alpha_3+\nu_{42}2\beta_2\beta_3+\nu_{43}2\gamma_2\gamma_3+\nu_{44}(\beta_2\gamma_3+\gamma_2\beta_3)+\nu_{45}(\gamma_2\alpha_3+\alpha_2\gamma_3)+\nu_{46}(\alpha_2\beta_3+\beta_2\alpha_3))(\beta_2\gamma_3+\gamma_2\beta_3) \\
& +(\nu_{51}2\alpha_2\alpha_3+\nu_{52}2\beta_2\beta_3+\nu_{53}2\gamma_2\gamma_3+\nu_{54}(\beta_2\gamma_3+\gamma_2\beta_3)+\nu_{55}(\gamma_2\alpha_3+\alpha_2\gamma_3)+\nu_{56}(\alpha_2\beta_3+\beta_2\alpha_3))(\gamma_2\alpha_3+\alpha_2\gamma_3) \\
& +(\nu_{61}2\alpha_2\alpha_3+\nu_{62}2\beta_2\beta_3+\nu_{63}2\gamma_2\gamma_3+\nu_{64}(\beta_2\gamma_3+\gamma_2\beta_3)+\nu_{65}(\gamma_2\alpha_3+\alpha_2\gamma_3)+\nu_{66}(\alpha_2\beta_3+\beta_2\alpha_3))(\alpha_2\beta_3+\beta_2\alpha_3).
\end{aligned}
\tag{69}
$$

Hieraus folgt n_{55} durch Vertauschung von α_2, β_2, γ_2 resp. mit α_1, β_1, γ_1.

Man erkennt, daß in allen drei Ausdrücken die Hauptreibungsmoduln ν_{hk} immer paarweise in der Verbindung $(\nu_{hk} + \nu_{kh})$ auftreten, und daß demgemäß die Beobachtungen nach den angedeuteten Methoden auch nur diese Aggregate zu bestimmen erlauben. Auch keine andere Beobachtungsmethode wird die Glieder dieser Paare zu sondern gestatten, welche an die Abnahme der lebendigen Kraft des elastischen Systemes d. h. an die Arbeit der innern Reibung anknüpft, denn von dieser Arbeit ist bereits auf Seite 7 hervorgehoben, daß sie die Reibungsconstanten a_{hk} und a_{kh} nur in der Verbindung $a_{hk} + a_{kh}$ enthält, in welcher sie in der That in den Aggregaten $\nu_{ab} + \nu_{ba}$, nicht aber in den ν_{ab} oder ν_{ba} einzeln erscheinen.

Andere Beobachtungsmethoden, welche auf die einzelnen Constanten führen, sind nun zwar nicht von vorn herein unmöglich — es wäre z. B. denkbar, daß sich die innern Druckkräfte selbst z. B. durch ihre Wirkung auf das optische Verhalten des elastischen Körpers bestimmen ließen — indessen erscheint ihre Durchführbarkeit sehr fraglich.

Ist dem so, und kommen daher für jetzt bei den beobachtbaren Erscheinungen die Hauptreibungsconstanten nur in dieser Verbindung vor, so wird man deren Theorie ohne irgend eine Beschränkung erhalten, wenn man die willkkürliche Annahme

$$\alpha_{hk} = \alpha_{kh}$$

einführt, wodurch die Reibungsconstanten und -moduln in vollkommene Parallele zu den Elasticitätsconstanten und -moduln gebracht worden.

Dann liefert auch die Beobachtung von Biegungs- und Drillungsschwingungen die sämmtlichen Reibungsmoduln für alle Krystallsysteme, was ohne dies nur für das reguläre System und für isotrope Körper stattfindet.

Aus ihnen lassen sich dann die Zwischengrößen ρ_{hk} und schließlich die Reibungsconstanten α_{hk} unter Zuhülfenahme der Hauptelasticitätsconstanten γ_{hk} leicht bestimmen.

Denn aus der (66 II) entsprechenden Gleichung

$$\nu_{hk} = \sum_p \rho_{ph} \sigma_{pk},$$

welche ν_{hk} durch die ρ_{ab} definirt, folgt wegen

$$\sum \sigma_{ab} \gamma_{ac} \begin{cases} = 1 \text{ für } b = c \\ = 0 \text{ für } b \gtrless c \end{cases}$$

durch Multiplication mit γ_{nk} und Summation über k:

$$\sum_k \nu_{hk} \gamma_{nk} = \rho_{nh} \tag{70}$$

oder nach der Definition der ρ_{ab} gemäß (66 I):

$$\sum_k \nu_{hk} \gamma_{nk} = \sum_i \alpha_{ni} \sigma_{hi}. \tag{70'}$$

Multiplicirt man hier mit γ_{hm} und summirt über h, so folgt als Endformel

$$\sum_h \sum_k \nu_{hk} \gamma_{mh} \gamma_{nk} = \alpha_{nm}, \tag{71}$$

welche das Mittel angiebt, die Reibungsconstanten aus den Reibungsmoduln zu berechnen. —

Wir wollen schließlich einige der vorstehenden Formeln auf den Fall eines regulären Krystalles und eines isotropen Mediums anwenden, in welchem die Beziehungen $\alpha_{hk} = \alpha_{kh}$ resp. $\nu_{ab} = \nu_{ba}$ von selbst erfüllt sind.

Für einen regulären Krystall folgt aus (68) und (69):

$$
(72)\quad
\begin{aligned}
n_{33} &= \nu_{11}(\alpha_3^4+\beta_3^4+\gamma_3^4)+(2\nu_{12}+\nu_{44})(\beta_3^2\gamma_3^2+\gamma_3^2\alpha_3^2+\alpha_3^2\beta_3^2),\\
&= \nu_{11}+(\nu_{44}-2(\nu_{11}-\nu_{12}))(\beta_3^2\gamma_3^2+\gamma_3^2\alpha_3^2+\alpha_3^2\beta_3^2),\\
n_{44} &= 4\nu_{11}(\alpha_2^2\alpha_3^2+\beta_2^2\beta_3^2+\gamma_2^2\gamma_3^2)+8\nu_{12}(\beta_2\beta_3\gamma_2\gamma_3+\gamma_2\gamma_3\alpha_2\alpha_3+\alpha_2\alpha_3\beta_2\beta_3)\\
&\quad+\nu_{44}((\beta_2\gamma_3+\gamma_2\beta_3)^2+(\gamma_2\alpha_3+\alpha_2\gamma_3)^2+(\alpha_2\beta_3+\beta_2\alpha_3)^2),\\
&= \nu_{44}-2(\nu_{44}-2(\nu_{11}-\nu_{12}))(\alpha_2^2\alpha_3^2+\beta_2^2\beta_3^2+\gamma_2^2\gamma_3^2),\\
n_{55} &= \nu_{44}-2(\nu_{44}-2(\nu_{11}-\nu_{12}))(\alpha_1^2\alpha_3^2+\beta_1^2\beta_3^2+\gamma_1^2\gamma_3^2).
\end{aligned}
$$

Ferner ist nach (70) und (70′):

$$
(73)\quad
\begin{aligned}
\rho_{11} &= \alpha_{11}\sigma_{11}+2\alpha_{12}\sigma_{12} = \nu_{11}\gamma_{11}+2\nu_{12}\gamma_{12},\\
\rho_{12} &= \alpha_{11}\sigma_{12}+\alpha_{12}\sigma_{11}+\alpha_{12}\sigma_{12} = \nu_{11}\gamma_{12}+\nu_{12}\gamma_{11}+\nu_{12}\gamma_{12},\\
\rho_{44} &= \alpha_{44}\sigma_{44} = \nu_{44}\gamma_{44}
\end{aligned}
$$

und nach (66′)

$$
(74)\quad
\begin{aligned}
\nu_{11} &= \alpha_{11}(\sigma_{11}^2+2\sigma_{12}^2)+2\alpha_{12}\sigma_{12}(2\sigma_{11}+\sigma_{12}),\\
\nu_{12} &= \alpha_{11}\sigma_{12}(2\sigma_{11}+\sigma_{12})+\alpha_{12}(\sigma_{11}^2+2\sigma_{11}\sigma_{12}+3\sigma_{12}^2),\\
\nu_{44} &= \alpha_{44}\sigma_{44}^2.
\end{aligned}
$$

Von diesen Ausdrücken gelangt man zu den für einen isotropen Körper gültigen durch Einführung der Beziehungen

$$
\nu_{44} = 2(\nu_{11}-\nu_{12}),\ \sigma_{44} = 2(\sigma_{11}-\sigma_{12}),\ \gamma_{44} = \frac{\gamma_{11}-\gamma_{12}}{2},\ \alpha_{44} = \frac{\alpha_{11}-\alpha_{12}}{2};
$$

dabei werde wie früher gesetzt

$$
\nu_{11} = \nu,\ \nu_{12} = \nu',\ \sigma_{11} = \sigma,\ \sigma_{12} = \sigma',\ \gamma_{11} = \gamma,\ \gamma_{12} = \gamma',\ \alpha_{11} = \alpha,\ \alpha_{12} = \alpha'.
$$

Speciell findet sich so:

$$
(75)\quad
\begin{aligned}
\nu_{11} &= \nu = \alpha(\sigma^2+2\sigma'^2)+2\alpha'\sigma'(2\sigma+\sigma'),\\
\nu_{12} &= \nu' = \alpha\sigma'(2\sigma+\sigma')+\alpha'(\sigma^2+2\sigma\sigma'+3\sigma'^2),\\
\nu_{44} &= 2(\nu-\nu') = (\alpha-\alpha')(\sigma-\sigma')^2.
\end{aligned}
$$

Die in den Bewegungsgleichungen für einen Cylinder vorkommenden Aggregate n_{33}/s_{33}^2 und n_{44}/s_{44}^2 sind bei isotropen Medien resp. mit

$$\nu/\sigma^2 \text{ und } \nu_{44}/\sigma_{44}^2 = (\nu-\nu')/2(\sigma-\sigma')^2$$

identisch; dabei ist hier

$$\sigma = \frac{\gamma+\gamma'}{(\gamma-\gamma')(\gamma+2\gamma')}, \quad \sigma' = \frac{-\gamma'}{(\gamma-\gamma')(\gamma+2\gamma')}, \quad \sigma-\sigma' = \frac{1}{\gamma-\gamma'}. \tag{76}$$

Man erhält sonach für isotrope Körper:

$$\begin{aligned} \frac{n_{33}}{s_{33}^2} &= \frac{\nu}{\sigma^2} = \alpha + 2\alpha\frac{\gamma'^2}{(\gamma+\gamma')^2} - 2\alpha'\frac{\gamma'(2\gamma+\gamma')}{(\gamma+\gamma')^2}, \\ \frac{n_{44}}{s_{44}^2} &= \frac{\nu-\nu'}{2(\sigma-\sigma')^2} = \frac{\alpha-\alpha'}{2}. \end{aligned} \tag{77}$$

(76) und (77) sind die auf Seite (35) und (37) benutzten Werthe.

Allgemeine Theorie der piëzo- und pyroelectrischen Erscheinungen an Krystallen.

Von

W. Voigt.

Vorgelegt in der Sitzung der K. Ges. d. Wiss. am 2. August 1890.

§ 1. Ziele und Grundannahmen der Theorie.

Die grosse Reihe von Analogieen, welche nach der Beobachtung zwischen der electrischen Erregung von Krystallen durch äussere Kräfte einerseits, durch Temperaturänderungen andererseits besteht, hat schon mehrere Forscher zu der Anschauung geführt, dass bei beiden Vorgängen die Deformation der Volumenelemente, gleichviel, ob sie durch Druck oder Erwärmung veranlasst ist, die directe Vorbedingung der electrischen Erscheinungen bildet[1]). Eine allseitige und befriedigende Prüfung dieser Ansicht war nicht möglich, solange dieselbe nicht zur Grundlage einer strengen Theorie gemacht war, welche alle bezüglichen Erscheinungen auf die kleinstmögliche Anzahl von Constanten zurückführt und, nach deren Bestimmung aus den Beobachtungen, die bei verschiedenen Einwirkungen stattfindenden Erregungen nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ im Voraus zu berechnen gestattet.

Wenn ich unternommen habe, diese Theorie zu liefern, so war ich mir wohl bewusst, in mancher Hinsicht zunächst nur eine erste Näherung zu bieten. Denn die in Wirklichkeit bei piëzo- oder pyroelectrischen Erregungen sich abspielenden Vorgänge sind äusserst complicirte. Ein einseitiger auf ein Krystallprisma ausgeübter Druck z. B. ändert in jedem Volumenelement das anfängliche electrische Moment, und die neue

1) Zuerst ausgesprochen von J. und P. Curie, C. R. **91**, 295, 1880, weiter besonders vertreten von W. C. Röntgen, Wied. Ann. **19**, 513, 1883.

electrische Vertheilung selbst bewirkt einerseits eine fernere von dem ausgeübten Druck direct nicht abhängige Deformation, andererseits erregt sie durch ihre inducirende Wirkung eine electrische Vertheilung zweiter Ordnung, die ihrerseits weiter deformirend und polarisirend wirkt. Ferner begleiten die Deformation, auch wenn sie ohne Wärmezufuhr von aussen stattfindet, Wärmeentwicklungen im Innern, die theils direct, theils durch ihren Einfluss auf die Deformationen pyro- und piëzoelectrisch erregend wirken.

Von allen diesen Wirkungen zweiter und höherer Ordnung soll im Folgenden abgesehen werden, d. h. es sollen die electrischen Erregungen in jedem Volumenelement als die Functionen der Deformationen nur eben dieses Volumenelementes betrachtet und weiter diese Deformationen aus den wirkenden Kräften und aus der stattfindenden Temperaturvertheilung nach den Regeln der gewöhnlichen Elasticitätstheorie und unter Benutzung der ohne Rücksicht auf die electrischen Erscheinungen bestimmten Constanten berechnet werden. Je kleiner die in jedem Volumenelement geschiedenen Electricitätsmengen sind, um so genauer wird hiernach im Allgemeinen die zu entwickelnde Theorie der Wirklichkeit entsprechen.

Im Grunde verfährt man in anderen Gebieten der Physik nicht anders, als soeben auseinandergesetzt; speciell die Elasticitätstheorie ist zunächst ohne Rücksicht auf diese Wirkungen zweiter Ordnung, z. B. thermischer Art, entwickelt und gilt streng nur für unendlich kleine Deformationen, hat sich aber auch bei sehr beträchtlichen äusserst vollkommen bestätigt. Die Wirkungen zweiter Ordnung sind dann später in zugefügten Correctionsgliedern zur Berücksichtigung gelangt und solche Glieder lassen sich ohne principielle Schwierigkeit, freilich nicht ohne grossen Aufwand von Rechnung auch bei unserm Problem entwickeln. Wie weit die auf einen Krystall ausgeübten mechanischen und thermischen Wirkungen gesteigert werden können, ohne dass deren Heranziehung erforderlich ist, hat die Beobachtung zu entscheiden.

Gemäss dem Gesagten betrachten wir weiterhin die electrischen Momente A, B, C der Volumeneinheit parallel den Axen X, Y, Z an

irgend einer Stelle x, y, z des Krystalles als Functionen nur der, aus den auf ihn ausgeübten Wirkungen zu bestimmenden, Deformationen x_x, y_y, z_z, y_z, z_x, x_y an eben derselben Stelle. Welche Werthe die A, B, C in dem sogenannten natürlichen Zustande des Krystalles, d. h. bei normaler Temperatur und ohne Einwirkung äusserer Kräfte besitzen, ist uns im Allgemeinen unbekannt; bei einigen Krystallsystemen ist allerdings aus Symmetrierücksichten klar, dass sie im natürlichen wie in jedem in Folge von constantem Druck oder constanter Temperatur dilatirten Zustande verschwindende electrische Momente haben müssen; wo dies aber nicht stattfindet, besitzt in Folge der gleich viel wie geringen Leitungsfähigkeit seiner Oberfläche ein jeder Krystall von vorn herein eine electrische Oberflächenladung, welche die Wirkung der inneren Vertheilung für alle äussern Punkte compensirt. Diese Oberflächenschicht verändert sich, wenn sich die Momente im Innern ändern, und nimmt bei jedem deformirten Zustand des Krystalles, der längere Zeit andauert, allmählich wieder eine solche Dichte an, dass die Wirkung der innern Polarisation auf äussere Punkte vernichtet wird.

Denken wir den veränderten Zustand schnell hergestellt, so können wir für die erste Zeit von dieser zeitlichen Aenderung der Oberflächenschicht absehen. Es kommen dann die Aenderungen der electrischen Momente gegenüber den ursprünglichen Werthen A^0, B^0, C^0 auf äussere Punkte voll zur Wirkung; und diese Zuwachse

$$A - A^0 = a, \qquad B - B^0 = b, \qquad C - C^0 = c$$

wollen wir weiterhin der Untersuchung unterwerfen und kurz als die erregten Momente bezeichnen; ob der ursprüngliche Zustand der sogenannte natürliche oder ein irgendwie deformirter ist, kommt hierbei nicht in Betracht, wenn derselbe nur lange genug bestanden hatte, um die vollständige Ausbildung der Oberflächenbelegung zu gestatten.

Gemäss der Beobachtung, dass die erregten Electricitäten mit den sie bewirkenden Deformationen das Vorzeichen wechseln, müssen die Momente a, b, c ungerade Functionen der Deformationen $x_x \ldots$ sein,

und die in der Elasticitätstheorie überhaupt und hier von Neuem festgesetzte Beschränkung auf unendlich kleine Deformationen gestattet uns, dieselben als lineäre Functionen zu betrachten. Wir machen daher den allgemeinen Ansatz

$$
1)\qquad \begin{aligned}
a &= \varepsilon_{11} x_x + \varepsilon_{12} y_y + \varepsilon_{13} z_z + \varepsilon_{14} y_z + \varepsilon_{15} z_x + \varepsilon_{16} x_y,\\
b &= \varepsilon_{21} x_x + \varepsilon_{22} y_y + \varepsilon_{23} z_z + \varepsilon_{24} y_z + \varepsilon_{25} z_x + \varepsilon_{26} x_y,\\
c &= \varepsilon_{31} x_x + \varepsilon_{32} y_y + \varepsilon_{33} z_z + \varepsilon_{34} y_z + \varepsilon_{35} z_x + \varepsilon_{36} x_y,
\end{aligned}
$$

in welchem die achtzehn piëzoelectrischen Constanten ε_{hk} von der Substanz des Krystalles und der Lage des Coordinatensystems **X**, *Y*, *Z* in ihm abhängig sind. Besitzt der Krystall Symmetrieen, so lässt sich für passend gewählte Coordinatensysteme ihre Anzahl bedeutend reduciren und dadurch der Ansatz (1) vereinfachen.

Sind die Momente a, b, c für jede Stelle aus den ausgeübten Wirkungen gemäss dem Ansatz (1) bestimmt, so folgt aus ihnen das Potential des erregten Krystalles auf einen äussern positiv electrischen Einheitspunkt in x_1, y_1, z_1 gemäss der bekannten Formel

$$
2)\qquad V = \int \left(a \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial x} + b \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial y} + c \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial z} \right) dk,
$$

in welcher dk das Volumenelement des Krystalles und r seinen Abstand von dem Punkte x_1, y_1, z_1 bezeichnet. Sind a, b, c stetige Functionen der Coordinaten, und bezeichnet n die äussere Normale auf der Oberfläche des Krystalles, so erhält man durch theilweise Integration

$$
3)\qquad \begin{aligned}
V = &\int \left(\bar{a} \cos(n,x) + \bar{b} \cos(n,y) + \bar{c} \cos(n,z) \right) \frac{do}{r}\\
&- \int \left(\frac{\partial a}{\partial x} + \frac{\partial b}{\partial y} + \frac{\partial c}{\partial z} \right) \frac{dk}{r},
\end{aligned}
$$

also das Newton'sche Potential einer Oberflächenbelegung von der Dichte

$$
3')\qquad \bar{\varepsilon} = \bar{a} \cos(n,x) + \bar{b} \cos(n,y) + \bar{c} \cos(n,z)
$$

und einer räumlichen Vertheilung von der Dichte

$$
3'')\qquad \varepsilon = -\left(\frac{\partial a}{\partial x} + \frac{\partial b}{\partial y} + \frac{\partial c}{\partial z} \right).
$$

Für der Oberfläche sehr nahe Punkte ist die erstere Grösse unter Umständen für die Art der erfolgenden Einwirkung massgebend; dies kommt besonders für das Verständniss der Resultate des Kundt'schen Bestäubungsverfahrens in Betracht. —

Es erscheint nothwendig, einige Worte über das Verhältniss der im Vorstehenden entwickelten Vorstellung zu der von Sir W. Thomson[1]) zunächst nur für Krystalle mit einer polaren Symmetrieaxe aufgestellten, und neuerdings besonders von meinem verehrten Freund E. Riecke[2]) vertretenen und fortentwickelten Theorie zu sagen. Auch diese betrachtet die Aenderungen der electrischen Momente als lineäre Funktionen der Deformationen, welche der Krystall durch die gleichförmig vorausgesetzte Erwärmung erleidet; aber sie macht die specielle Annahme, dass die Einwirkung nur in soweit eintritt, als durch eine Dilatation des Volumens im Innern und eine Aenderung der Grösse der mit einer Oberflächenschicht bedeckten Flächen der Werth des ursprünglich vorhandenen Momentes der Volumeneinheit und die Dichte der Oberflächenschicht verändert wird. Diese Beschränkung hat bei dem speciellen von Herrn Riecke behandelten Problem der Pyroelectricität des Turmalines nichts Bedenkliches, wie denn auch der obige allgemeine Ansatz bis auf eine andere Bedeutung der Constanten im Falle der homogenen Erwärmung für den Turmalin ein mit dem Resultat von Herrn Riecke verträgliches liefert; aber bei einer Anwendung auf andere Fälle, als den genannten, hätte sie jedenfalls beseitigt werden müssen.

Denn einerseits vermag die so specialisirte Annahme nur die Veränderung eines schon vorhandenen Momentes, aber nicht die Entstehung eines ganz neuen zu erklären. Es giebt aber Krystalle, von denen wir aus ihren Symmetrieverhältnissen wissen, dass sie im natürlichen und jedem gleichförmig dilatirten

1) W. Thomson, Nichols Cyclopaedia of Phys. Sc. 2. ed. 1860, Math. phys. Papers 1. 315, 1882.

2) E. Riecke, Nachr. v. d. Gött. Ges. d. Wiss. 1887, 151, Wied. Ann. 31, 889, 1887.

Zustande keine electrischen Momente besitzen können, und in denen doch bei ungleichförmigen Dilatationen erfahrungsgemäss dergleichen eintreten. Ein Beispiel hierfür ist der Quarz, der nach Symmetrie im gleichförmig dilatirten Zustande drei gleiche electrische Axen haben müsste, also, da ein Körper nach der Definition der Hauptaxe als der Richtung grössten electrischen Momentes, wie bekannt, nur eine Hauptaxe haben hann, keine dergleichen haben muss, und der doch bei ungleichförmiger Dilatation electrisch erregt wird.

Und andererseits ist mit der erwähnten Beschränkung unvereinbar die Electrisirung eines Krystalles durch eine Deformation, welche seine Gestalt und seine Dichte ungeändert lässt, wie z. B. die Drillung eines Kreiscylinders. Dass eine solche Erregung aber nicht existiren könne, ist schon von vorn herein nicht wahrscheinlich; ausserdem scheinen gewisse Beobachtungen von Herrn Röntgen das Gegentheil zu beweisen.

Hieraus folgt aber, dass für eine Erweiterung der Theorie, wie sie hier beabsichtigt ist, auch die Grundvorstellung Sir W. Thomsons einer Erweiterung bedurfte.

Dass ich dabei neben der in dem Ansatz (1) ausgesprochenen directen Einwirkung der Deformationen auf die electrischen Momente nicht noch die indirecte, welche durch die Aenderung der Dichte des Krystalles eintritt, ausdrücklich einführte, ist erklärlich, denn der Ansatz (1) ist so allgemein, dass er jene Wirkung, wenn man will, schon mit umfasst.

Nicht dasselbe gilt von der zweiten indirecten Wirkung, welche die Veränderung der inducirten Oberflächenbelegung in Folge der Dilatation der Oberflächenelemente betrifft. Diese ist nicht in dem Ansatz (1) enthalten, aber ich habe sie nicht in meine Theorie aufgenommen, weil ich keine Erscheinung kenne, die zur Erklärung die Annahme erfordert, dass jene Aenderungen der Oberflächendichte eine merkliche Stärke haben. Offenbar müsste man, um dieser Ursache einen erheblichen Antheil an den beobachteten Erscheinungen zu geben, der gesammten Dichte der Oberflächenladung eine enorme Grösse beilegen,

denn die Dilatationen, mit denen man experimentirt, sind ausserordentlich klein. Hält man dagegen, dass, wie oben erwähnt, eine ganze Anzahl von Krystallen nachweislich im natürlichen, wie im gleichförmig dilatirten Zustande nach Symmetrie gar keine Oberflächenladung haben können, aber bei mechanischen oder thermischen Einwirkungen Ladungen von derselben Grössenordnung zeigen, wie Krystalle, die ursprünglich eine Oberflächenlandung besitzen können, so wird eine erhebliche Einwirkung der directen Veränderung der Oberflächenladung durch die Deformation nicht besonders wahrscheinlich. Es ist indessen klar und soll am Schlusse dieser Abhandlung noch besonders gezeigt werden, dass, wenn es irgend welche Beobachtungen fordern sollten, die Berücksichtigung dieses Umstandes nachträglich noch leicht erfolgen könnte. —

Was die im Folgenden gemachten Anwendungen der Theorie betrifft, so mussten dieselben in erster Linie die Ermöglichung einer Prüfung durch die Vergleichung mit schon vorliegenden Beobachtungen bezwecken. Wenngleich nun von diesen nur eine kleine Zahl — besonders solche der Herrn J. und P. Curie, Czermak und Röntgen — unter Verhältnissen angestellt ist, die eine Berechnung gestatten, so haben die der Theorie zugänglichen Fälle doch eine so vollständige Bestätigung der abgeleiteten Formeln in qualitativer und quantitativer Hinsicht erbracht, dass diese Prüfung als von der Theorie bestanden bezeichnet werden darf.

Um so mehr schien es mir geboten, in zweiter Linie auch Anwendungen der Theorie zu geben, welche die Directiven dafür liefern, in welchen Richtungen neue hierher gehörige Erscheinungen zu erwarten sind. Ich habe demgemäss im Folgenden Tafeln aufgestellt, die — meist für alle Krystallsysteme — diejenigen electrischen Erregungen übersichtlich zusammenstellen, welche durch die einfachsten mechanischen und thermischen Einwirkungen, speciell allseitig gleichen Druck, einseitigen Druck, Biegung, Drillung, gleichförmige Erwärmung, oberflächliche Erwärmung, hervorgebracht werden können.

Man wird in denselben eine Fülle von Erscheinungen angedeutet finden, welche bisher noch nicht der Gegenstand der Untersuchung

gewesen sind und auf welche in der That die nicht durch eine Theorie geleitete Beobachtung kaum kommen konnte. Dabei ist allerdings zu bedenken, dass das Detail der angedeuteten Erscheinungen von den Werthen der piëzoelectrischen Constanten ϵ_{hk} für jeden einzelnen Krystall abhängt und demnach in manchen Fällen vor der Bestimmung dieser Constanten — zu welcher die Theorie die Mittel liefert — nicht zu übersehen ist. Nur in einzelnen Fällen werden die Erscheinungen blos von einer Constante abhängig und lassen sich daher allgemein vollständig bestimmen; bei regulären Krystallen gilt dies stets, bei andern nur für bestimmte specielle Erscheinungen, z. B. für die Erregung einer oberflächlich erwärmten oder abgekühlten Kugel.

§. 2. Die electrischen Momente als Functionen der Deformationen bestimmt für sämmtliche Krystallsysteme.

Der im Vorstehenden gemachte Ansatz (1) ist der allgemeinst mögliche und gilt für einen Krystall ohne alle Symmetrieen oder wenigstens für ein Coordinatensystem, welches in keinem Zusammenhang mit einem dem Krystall eignen Symmetrieaxensystem steht.

Wir wollen im Folgenden die Vereinfachungen entwickeln, welche sich ergeben, wenn ein Krystallsystem Symmetrieelemente besitzt und die Momente a, b, c auf ein geeignet gewähltes Coordinatensystem bezogen werden; dazu betrachten wir successive den Einfluss einer Symmetrieaxe, einer Symmetrieebene, eines Symmetriecentrums.

Bezüglich der Verwerthung dieser Symmetrieelemente machen wir dieselbe Annahme, welche sich in der Theorie der Elasticität und der innern Reibung fruchtbar erwiesen hat und welche darauf hinausläuft, dass wir die Symmetrie der Krystallform als stets niedriger oder gleich, aber nie höher betrachten, als die Symmetrie des physikalischen Verhaltens.

Hiernach sprechen wir zunächst für die Symmetrieaxen die Hypothese aus, dass, wenn die Drehung um eine feste Axe und um einen aliquoten Theil von 2π den Krystall mit sich selbst zur Deckung bringt, zwei Systeme von Deformationen, welche sich auf je eine dieser beiden

Positionen bezogen als gleichwerthig erweisen, auch electrische Momente von derselben Eigenschaft erregen müssen. Oder anders ausgedrückt: bezieht man den Krystall auf zwei gleichwerthige Coordinatensysteme, so müssen die correspondirenden Momente und Deformationen durch dieselben Gleichungen verbunden sein.

Für die Anwendung dieses Gedankens ist erforderlich, die electrischen Momente und die Deformationen auf ein neues Coordinatensystem X', Y', Z' zu transformiren. Es bestehe der Zusammenhang

$$\begin{aligned} x &= x'\alpha_1 + y'\beta_1 + z'\gamma_1, \\ y &= x'\alpha_2 + y'\beta_2 + z'\gamma_2, \\ z &= x'\alpha_3 + y'\beta_3 + z'\gamma_3, \end{aligned} \qquad 4)$$

dann gelten die analogen Gleichungen zwischen den Momenten; speciell ist

$$\begin{aligned} a' &= a\alpha_1 + b\alpha_2 + c\alpha_3, \\ b' &= a\beta_1 + b\beta_2 + c\beta_3, \\ c' &= a\gamma_1 + b\gamma_2 + c\gamma_3. \end{aligned} \qquad 4')$$

Die Deformationen transformiren sich durch Gleichungen, deren Coëfficienten folgendes System bilden:

	x'_x	y'_y	z'_z	y'_z	z'_x	x'_y
x_x	α_1^2	β_1^2	γ_1^2	$\beta_1\gamma_1$	$\gamma_1\alpha_1$	$\alpha_1\beta_2$
y_y	α_2^2	β_2^2	γ_2^2	$\beta_2\gamma_2$	$\gamma_2\alpha_2$	$\alpha_2\beta_2$
z_z	α_3^2	β_3^2	γ_3^2	$\beta_2\gamma_3$	$\gamma_3\alpha_3$	$\alpha_3\beta_3$
y_z	$2\alpha_2\alpha_3$	$2\beta_2\beta_3$	$2\gamma_2\gamma_3$	$(\beta_2\gamma_3+\gamma_2\beta_3)$	$(\gamma_2\alpha_3+\alpha_2\gamma_3)$	$(\alpha_2\beta_3+\beta_2\alpha_3)$
z_x	$2\alpha_3\alpha_1$	$2\beta_3\beta_1$	$2\gamma_3\gamma_1$	$(\beta_3\gamma_1+\gamma_3\beta_1)$	$(\gamma_3\alpha_1+\alpha_3\gamma_1)$	$(\alpha_3\beta_1+\beta_3\alpha_1)$
x_y	$2\alpha_1\alpha_2$	$2\beta_1\beta_2$	$2\gamma_1\gamma_2$	$(\beta_1\gamma_2+\gamma_1\beta_2)$	$(\gamma_1\alpha_2+\alpha_1\gamma_2)$	$(\alpha_1\beta_2+\beta_1\alpha_2)$.

5)

Ist die Z-Axe eine Symmetrieaxe des Krystalles, so muss das $X'Y'Z'$-System durch eine Drehung um die Z-Axe aus dem XYZ-System entstanden sein. Wir setzen demgemäss

$$\begin{aligned} &\gamma_3 = 1, \quad \alpha_3 = \beta_3 = \gamma_1 = \gamma_2 = 0, \\ &\alpha_1 = \alpha, \quad \beta_1 = \beta, \quad \alpha_2 = -\beta, \quad \beta_2 = \alpha; \end{aligned}$$

und erhalten so

$$x = x'\alpha + y'\beta, \quad y = -x'\beta + y'\alpha, \quad z = z', \qquad 6)$$

$$a' = a\alpha - b\beta, \quad b' = \quad a\beta + b\alpha, \quad c' = c. \qquad 6')$$

Ferner geht das System (5) über in:

6'')

	x'_x	y'_y	z'_z	y'_z	z'_x	x'_y
x_x	α^2	β^2	0	0	0	$\alpha\beta$
y_y	β^2	α^2	0	0	0	$-\alpha\beta$
z_z	0	0	1	0	0	0
y_z	0	0	0	α	$-\beta$	0
z_x	0	0	0	β	α	0
x_y	$-2\alpha\beta$	$2\alpha\beta$	0	0	0	$\alpha^2-\beta^2$

Berücksichtigt man dies und fasst die beiden ersten Gleichungen (1) mit den Factoren α, $-\beta$ und β, α zusammen, um a' und b' zu bilden, so erhält man dafür, dass das System $\boldsymbol{X}$, $\boldsymbol{Y}$, $\boldsymbol{Z}$ mit $\boldsymbol{X}'$, $\boldsymbol{Y}'$, $\boldsymbol{Z}'$ gleichwerthig ist, folgende Bedingungen:

7)
$$\begin{aligned}
\alpha^2(\alpha\varepsilon_{11}-\beta\varepsilon_{21}) \quad +\beta^2(\alpha\varepsilon_{12}-\beta\varepsilon_{22}) \quad -2\alpha\beta(\alpha\varepsilon_{16}-\beta\varepsilon_{26}) &= \varepsilon_{11},\\
\beta^2(\alpha\varepsilon_{11}-\beta\varepsilon_{21}) \quad +\alpha^2(\alpha\varepsilon_{12}-\beta\varepsilon_{22}) \quad +2\alpha\beta(\alpha\varepsilon_{16}-\beta\varepsilon_{26}) &= \varepsilon_{12},\\
\alpha\beta(\alpha\varepsilon_{11}-\beta\varepsilon_{21})-\alpha\beta(\alpha\varepsilon_{12}-\beta\varepsilon_{22})+(\alpha^2-\beta^2)(\alpha\varepsilon_{16}-\beta\varepsilon_{26}) &= \varepsilon_{16},\\
\alpha^2(\beta\varepsilon_{11}+\alpha\varepsilon_{21}) \quad +\beta^2(\beta\varepsilon_{12}+\alpha\varepsilon_{22}) \quad -2\alpha\beta(\beta\varepsilon_{16}+\alpha\varepsilon_{26}) &= \varepsilon_{21},\\
\beta^2(\beta\varepsilon_{11}+\alpha\varepsilon_{21}) \quad +\alpha^2(\beta\varepsilon_{12}+\alpha\varepsilon_{22}) \quad +2\alpha\beta(\beta\varepsilon_{16}+\alpha\varepsilon_{26}) &= \varepsilon_{22},\\
\alpha\beta(\beta\varepsilon_{11}+\alpha\varepsilon_{21})-\alpha\beta(\beta\varepsilon_{12}+\alpha\varepsilon_{22})+(\alpha^2-\beta^2)(\beta\varepsilon_{16}+\alpha\varepsilon_{26}) &= \varepsilon_{26},
\end{aligned}$$

7')
$$\begin{aligned}
\alpha\varepsilon_{13}-\beta\varepsilon_{23} &= \varepsilon_{13},\\
\beta\varepsilon_{13}+\alpha\varepsilon_{23} &= \varepsilon_{23},
\end{aligned}$$

7'')
$$\begin{aligned}
\alpha(\alpha\varepsilon_{14}-\beta\varepsilon_{24})+\beta(\alpha\varepsilon_{15}-\beta\varepsilon_{25}) &= \varepsilon_{14},\\
-\beta(\alpha\varepsilon_{14}-\beta\varepsilon_{24})+\alpha(\alpha\varepsilon_{15}-\beta\varepsilon_{25}) &= \varepsilon_{15},\\
\alpha(\beta\varepsilon_{14}+\alpha\varepsilon_{24})+\beta(\beta\varepsilon_{15}+\alpha\varepsilon_{25}) &= \varepsilon_{24},\\
-\beta(\beta\varepsilon_{14}+\alpha\varepsilon_{24})+\alpha(\beta\varepsilon_{15}+\alpha\varepsilon_{25}) &= \varepsilon_{25}.
\end{aligned}$$

Die dritte Formel (1) allein liefert als Bedingungen für die Gleichheit von c und c':

7''')
$$\begin{aligned}
\alpha^2\varepsilon_{31} \quad +\beta^2\varepsilon_{32} \qquad -2\alpha\beta\varepsilon_{36} &= \varepsilon_{31},\\
\beta^2\varepsilon_{31} \quad +\alpha^2\varepsilon_{32} \qquad +2\alpha\beta\varepsilon_{36} &= \varepsilon_{32},\\
\alpha\beta\varepsilon_{31}-\alpha\beta\varepsilon_{32}+(\alpha^2-\beta^2)\varepsilon_{36} &= \varepsilon_{36},\\
\alpha\varepsilon_{34}+\beta\varepsilon_{35} &= \varepsilon_{34},\\
-\beta\varepsilon_{34}+\alpha\varepsilon_{35} &= \varepsilon_{35}.
\end{aligned}$$

Diese Bedingungen wenden wir nun auf specielle Fälle an. Um dieselben einfach zu bezeichnen, soll das Symbol A_r^n andeuten, dass die Richtung r eine n-zählige Symmetrieaxe ist.

I. Ist die Z-Axe eine zweizählige Symmetrieaxe, also $\alpha = -1$, $\beta = 0$, so findet sich

$$\varepsilon_{11} = \varepsilon_{12} = \varepsilon_{13} = \varepsilon_{16} = \varepsilon_{21} = \varepsilon_{22} = \varepsilon_{23} = \varepsilon_{26} = \varepsilon_{34} = \varepsilon_{35} = 0, \qquad 8)$$

und das System (1) verwandelt sich in

$$A_z^2 \left| \begin{array}{l} a = \varepsilon_{14} y_z + \varepsilon_{15} z_x, \\ b = \varepsilon_{24} y_z + \varepsilon_{25} z_x, \\ c = \varepsilon_{31} x_x + \varepsilon_{32} y_y + \varepsilon_{33} z_z + \varepsilon_{36} x_y. \end{array} \right. \qquad 8')$$

Hieraus folgen durch cyclische Vertauschung die Systeme, welche gelten, wenn die X- oder Y-Axe zweizählige Symmetrieaxe ist, nämlich:

$$A_x^2 \left| \begin{array}{l} a = \varepsilon_{11} x_x + \varepsilon_{12} y_y + \varepsilon_{13} z_z + \varepsilon_{14} y_z, \\ b = \varepsilon_{25} z_x + \varepsilon_{26} x_y, \\ c = \varepsilon_{35} z_x + \varepsilon_{36} x_y; \end{array} \right. \qquad 8'')$$

$$A_y^2 \left| \begin{array}{l} a = \varepsilon_{14} y_z + \varepsilon_{16} x_y, \\ b = \varepsilon_{21} x_x + \varepsilon_{22} y_y + \varepsilon_{23} z_z + \varepsilon_{25} z_x, \\ c = \varepsilon_{34} y_z + \varepsilon_{36} x_y. \end{array} \right. \qquad 8''')$$

II. Ist die Z-Axe eine vierzählige Symmetrieaxe, so ist $\alpha = 0$, $\beta = \pm 1$ zu setzen; dadurch kommen zu den vorstehenden noch folgende Relationen:

$$\varepsilon_{14} = -\varepsilon_{25}, \quad \varepsilon_{15} = \varepsilon_{24}, \quad \varepsilon_{31} = \varepsilon_{32}, \quad \varepsilon_{36} = 0, \qquad 9)$$

und man erhält das System

$$A_z^4 \left| \begin{array}{l} a = \varepsilon_{14} y_z + \varepsilon_{15} z_x, \\ b = \varepsilon_{15} y_z - \varepsilon_{14} z_x, \\ c = \varepsilon_{31} (x_x + y_y) + \varepsilon_{33} z_z. \end{array} \right. \qquad 9')$$

Diesen ordnen sich die folgenden beiden zu:

$$A_x^4 \left| \begin{array}{l} a = \varepsilon_{11} x_x + \varepsilon_{12} (y_y + z_z), \\ b = \varepsilon_{25} z_x + \varepsilon_{26} x_y, \\ c = \varepsilon_{26} z_x - \varepsilon_{25} x_y; \end{array} \right. \qquad 9'')$$

$$9''')\qquad A_y^4 \left| \begin{array}{l} a = -\varepsilon_{36}\, y_z + \varepsilon_{34}\, x_y, \\ b = \varepsilon_{23}\, x_x + \varepsilon_{22}\, y_y + \varepsilon_{23}\, z_z, \\ c = \varepsilon_{34}\, y_z + \varepsilon_{36}\, x_y. \end{array} \right.$$

III. Ist die Z-Axe eine dreizählige Symmetrieaxe, so ist $\alpha = -\frac{1}{2}$, $\beta = \pm \frac{\sqrt{3}}{2}$ zu setzen; dadurch folgen die Beziehungen:

$$10)\qquad \begin{array}{c} \varepsilon_{11} = -\varepsilon_{12} = -\varepsilon_{26}, \quad \varepsilon_{22} = -\varepsilon_{21} = -\varepsilon_{16}, \quad \varepsilon_{15} = \varepsilon_{24}, \quad \varepsilon_{14} = -\varepsilon_{25}, \\ \varepsilon_{31} = \varepsilon_{32}, \quad \varepsilon_{13} = \varepsilon_{23} = \varepsilon_{34} = \varepsilon_{35} = \varepsilon_{36} = 0. \end{array}$$

und es gilt das System

$$10')\qquad A_z^3 \left| \begin{array}{l} a = \varepsilon_{11}(x_x - y_y) + \varepsilon_{14}\, y_z + \varepsilon_{15}\, z_x - \varepsilon_{22}\, x_y, \\ b = -\varepsilon_{22}(x_x - y_y) + \varepsilon_{15}\, y_z - \varepsilon_{14}\, z_x - \varepsilon_{11}\, x_y, \\ c = \varepsilon_{31}(x_x + y_y) + \varepsilon_{33}\, z_z. \end{array} \right.$$

IV. Ist endlich die Z-Axe eine sechszählige Symmetrieaxe, so ist $a = +\frac{1}{2}$, $b = \pm \frac{\sqrt{3}}{2}$ zu setzen. Dadurch gelangt man zu dem mit (9′) übereinstimmenden System:

$$11)\qquad (A_z^6) \left| \begin{array}{l} a = \varepsilon_{14}\, y_z + \varepsilon_{15}\, z_x, \\ b = \varepsilon_{15}\, y_z - \varepsilon_{14}\, z_x, \\ c = \varepsilon_{31}(x_x + y_y) + {}_{33}\, z_z. \end{array} \right.$$

V. Für den Fall eine geradzählige Symmetrieaxe in der Weise einseitig ist, dass um beide Enden dieselben Flächen gruppirt sind, und zwar so, dass das eine Ende durch eine Drehung um die Axe zum Spiegelbild des andern wird, muss ein mit dem gegebenen gleichwerthiges Coordinatensystem entstehen, wenn man das ursprüngliche um jene Symmetrieaxe um den betreffenden Winkel dreht und sodann alle Richtungen mit den entgegengesetzten vertauscht.

Ist die Z-Axe die einseitige zweizählige Symmetrieaxe, so ist die beschriebene Operation an dem Formelsystem (8′) auszuführen und liefert als Bedingungen der Gleichwerthigkeit die Gleichungen

$$\varepsilon_{25} = \varepsilon_{14}, \quad \varepsilon_{24} = -\varepsilon_{15}, \quad \varepsilon_{32} = -\varepsilon_{31}, \quad \varepsilon_{33} = 0; \qquad 12)$$

das System selbst nimmt dadurch die Gestalt an

$$\bar{A}_z^2 \left| \begin{array}{l} a = \varepsilon_{14} y_z + \varepsilon_{15} z_x, \\ b = -\varepsilon_{15} y_z + \varepsilon_{14} z_x, \\ c = \varepsilon_{31} (x_x - y_y) + \varepsilon_{36} x_y. \end{array} \right. \qquad 12')$$

Zu diesen Tabellen stellen wir die folgenden, die sich auf die Fälle beziehen, dass eine der Coordinatenebenen eine krystallographische Symmetrieebene ist. Wir deuten dies dadurch an, dass wir den Buchstaben E mit demjenigen Index versehen, welcher der Normale auf der Symmetrieebene entspricht.

VI. Sei zunächst die X-Axe auf einer Symmetrieebene normal. Zwei Systeme von Deformationen, welche zur YZ-Ebene symmetrisch liegen, also entgegengesetzte Werthe z_x und x_y ergeben, müssen dann auch symmetrisch gelegene electrische Axen d. h. entgegengesetzte Werthe a, aber gleiche b und c zur Folge haben. Hieraus folgt, dass

$$\varepsilon_{11} = \varepsilon_{12} = \varepsilon_{13} = \varepsilon_{14} = \varepsilon_{25} = \varepsilon_{26} = \varepsilon_{35} = \varepsilon_{36} = 0 \qquad 13)$$

sein muss, und es gilt:

$$(E_x) \left| \begin{array}{l} a = \varepsilon_{15} z_x + \varepsilon_{16} x_y, \\ b = \varepsilon_{21} x_x + \varepsilon_{22} y_y + \varepsilon_{23} z_z + \varepsilon_{24} y_z, \\ c = \varepsilon_{31} x_x + \varepsilon_{32} y_y + \varepsilon_{33} z_z + \varepsilon_{34} y_z. \end{array} \right. \qquad 13')$$

Durch die analoge Ueberlegung finden sich die Systeme:

$$(E_y) \left| \begin{array}{l} a = \varepsilon_{11} x_x + \varepsilon_{12} y_y + \varepsilon_{13} z_z + \varepsilon_{15} z_x, \\ b = \varepsilon_{24} y_z + \varepsilon_{26} x_y, \\ c = \varepsilon_{31} x_x + \varepsilon_{32} y_y + \varepsilon_{33} z_z + \varepsilon_{35} z_x; \end{array} \right. \qquad 13'')$$

$$(E_z) \left| \begin{array}{l} a = \varepsilon_{11} x_x + \varepsilon_{12} y_y + \varepsilon_{13} z_z + \varepsilon_{16} x_y, \\ b = \varepsilon_{21} x_x + \varepsilon_{22} y_y + \varepsilon_{23} z_z + \varepsilon_{26} x_y, \\ c = \varepsilon_{34} y_z + \varepsilon_{35} z_x, \end{array} \right. \qquad 13''')$$

welche den Fällen entsprechen, dass die Y- oder Z-Axe auf einer Symmetrieebene senkrecht steht.

VII. Endlich ist noch der Fall zu erledigen, dass der Krystall ein Centrum der Symmetrie — weiterhin mit (C) angedeutet — besitzt.

Dann sind alle entgegengesetzten Richtungen gleichwerthig und es ist keine Möglichkeit einer Polarität vorhanden. Hier gilt also:

14) $(C) \mid a = 0, \quad b = 0, \quad c = 0.$

Nach diesen Vorbereitungen können wir nun leicht diejenigen Werthe der electrischen Momente bestimmen, welche nach den Symmetrieverhältnissen sämmtlichen Krystallsystemen entsprechen. Dabei sind von allen Symmetrieelementen, welche jede einzelne Gruppe characterisiren, natürlich von vornherein nur die von einander unabhängigen für die Vereinfachung des allgemeinen Ansatzes (1) zu verwenden. Es zeigt sich aber, dass im Allgemeinen auch von diesen nicht alle zur Geltung kommen, sondern nach Berücksichtigung einiger die den übrigen entsprechenden Relationen von selbst erfüllt sind. So macht z. B. die Existenz eines Centrums der Symmetrie, welches alle Momente verschwinden lässt, die Anwendung irgend einer andern Relation zwischen den Constanten unmöglich.

Ich habe demgemäss im Folgenden neben den Namen der einzelnen Gruppen immer nur die Symbole derjenigen Symmetrieelemente gesetzt, welche zur Ableitung der für die bezüglichen Gruppen geltenden Grundformen nothwendig und hinreichend sind. Die Anzahl und Art der den einzelnen Gruppen eigenen polaren Axen ist in eckigen Klammern in leicht verständlicher Bezeichnung hinzugefügt.

Tabelle I.

I. Triklines System.

1) Holoedrische Gruppe (C).

$$a = b = c = 0.$$

2) Hemiëdrische Gruppe (kein Symmetrieelement).

$$a = \varepsilon_{11} x_x + \varepsilon_{12} y_y + \varepsilon_{13} z_z + \varepsilon_{14} y_z + \varepsilon_{15} z_x + \varepsilon_{16} x_y,$$
$$b = \varepsilon_{21} x_x + \varepsilon_{22} y_y + \varepsilon_{23} z_z + \varepsilon_{24} y_z + \varepsilon_{25} z_x + \varepsilon_{26} x_y,$$
$$c = \varepsilon_{31} x_x + \varepsilon_{32} y_y + \varepsilon_{33} z_z + \varepsilon_{34} y_z + \varepsilon_{35} z_x + \varepsilon_{36} x_y.$$

II. Monoklines System.

3) Holoëdrische Gruppe (C).

$$a = b = c = 0.$$

4) Hemimorphe Gruppe (A_z^2), [$1P^2$].

$$a = \varepsilon_{14} y_z + \varepsilon_{15} z_x, \quad b = \varepsilon_{24} y_z + \varepsilon_{25} z_x,$$
$$c = \varepsilon_{31} x_x + \varepsilon_{32} y_y + \varepsilon_{33} z_z + \varepsilon_{36} x_y.$$

5) Hemiëdrische Gruppe (E_z).

$$a = \varepsilon_{11} x_x + \varepsilon_{12} y_y + \varepsilon_{13} z_z + \varepsilon_{16} x_y,$$
$$b = \varepsilon_{21} x_x + \varepsilon_{22} y_y + \varepsilon_{23} z_z + \varepsilon_{26} x_y,$$
$$c = \varepsilon_{34} y_z + \varepsilon_{35} z_x.$$

III. Rhombisches System.

6) Holoëdrische Gruppe (C).

$$a = b = c = 0.$$

7) Hemimorphe Gruppe (A_z^2, E_x), [$1P^2$].

$$a = \varepsilon_{15} z_x, \quad b = \varepsilon_{24} y_z,$$
$$c = \varepsilon_{31} x_x + \varepsilon_{32} y_y + \varepsilon_{33} z_z + \varepsilon_{36} x_y.$$

8) Hemiëdrische Gruppe (A_x^2, A_y^2, A_z^2).

$$a = \varepsilon_{14} y_z, \quad b = \varepsilon_{25} z_x, \quad c = \varepsilon_{36} x_y.$$

IV. Quadratisches System.

9) Holoëdrische Gruppe (C).

$$a = b = c = 0.$$

10) Hemimorph-hemiëdrische Gruppe (A_z^4, E_x), [$1P^4$].

$$a = \varepsilon_{15} z_x, \quad b = \varepsilon_{15} y_z,$$
$$c = \varepsilon_{31} (x_x + y_y) + \varepsilon_{33} z_z.$$

11) Trapezoëdrisch-hemiëdrische Gruppe (A_z^4, A_x^2).

$$a = \varepsilon_{14} y_z, \quad b = -\varepsilon_{14} z_x, \quad c = 0.$$

12) Pyramidal-hemiëdrische Gruppe (C).

$$a = b = c = 0.$$

13) Hemimorph-tetartoëdrische Gruppe (A_z^4), [$1P^4$].

$$a = \varepsilon_{14} y_z + \varepsilon_{15} z_x, \quad b = \varepsilon_{15} y_z - \varepsilon_{14} z_x,$$
$$c = \varepsilon_{31} (x_x + y_y) + \varepsilon_{33} z_z.$$

14) **Sphenoidisch-hemiëdrische Gruppe** (A^2_z, $A^2_x = A^2_y$).

$$a = \varepsilon_{14} y_z, \quad b = \varepsilon_{14} z_x, \quad c = \varepsilon_{36} x_y.$$

15) **Sphenoidisch-tetartoëdrische Gruppe** ($\bar{A}^2_z$)[1].

$$a = \varepsilon_{14} y_z + \varepsilon_{15} z_x, \quad b = -\varepsilon_{15} y_z + \varepsilon_{14} z_x,$$
$$c = \varepsilon_{31} (x_x - y_y) + \varepsilon_{36} x_y.$$

V. Hexagonales System.

16) **Holoëdrische Gruppe** (C).

$$a = b = c = 0.$$

17) **Hemimorph-hemiëdrische Gruppe** (A^6_z, E_x), [1 P^6].

$$a = \varepsilon_{15} z_x, \quad b = \varepsilon_{15} y_z,$$
$$c = \varepsilon_{31} (x_x + y_y) + \varepsilon_{33} z_z.$$

18) **Trapezoëdrisch-hemiëdrische Gruppe** (A^6_z, A^2_x, A^2_y).

$$a = \varepsilon_{14} y_z, \quad b = -\varepsilon_{14} z_x, \quad c = 0.$$

19) **Pyramidal-hemiëdrische Gruppe** (C).

$$a = b = c = 0.$$

20) **Erste hemimorph-tetartoëdrische Gruppe** ($\dot{A}^6_z$), [1 P^6].

$$a = \varepsilon_{14} y_z + \varepsilon_{15} z_x, \quad b = \varepsilon_{15} y_z - \varepsilon_{14} z_x,$$
$$c = \varepsilon_{31} (x_x + y_y) + \varepsilon_{33} z_z.$$

21) **Sphenoidisch-hemiëdrische Gruppe** (A^3_z, A^2_x, E_y), [3 P^2].

$$a = \varepsilon_{11} (x_x - y_y), \quad b = -\varepsilon_{11} x_y, \quad c = 0,$$

22) **Sphenoidisch-tetartoëdrische Gruppe** (A^3_z, E_z).

$$a = \varepsilon_{11} (x_x - y_y) - \varepsilon_{22} x_y,$$
$$b = -\varepsilon_{22} (x_x - y_y) - \varepsilon_{11} x_y, \quad c = 0.$$

23) **Rhomboëdrisch-hemiëdrische Gruppe** (C).

$$a = b = c = 0.$$

24) **Zweite hemimorph-tetartoëdrische Gruppe** ($A^3_z E_x$), [1 P^3].

$$a = \varepsilon_{15} z_x - \varepsilon_{22} x_y, \quad b = -\varepsilon_{22}(x_x - y_y) + \varepsilon_{15} y_z,$$
$$c = \varepsilon_{31} (x_x + y_y) + \varepsilon_{33} z_z.$$

---

1) Die Z-Axe ist nach der p. 12 unter V. erwähnten Weise einseitig.

25) Trapezoëdrisch-tetartoëdrische Gruppe (A^2_x, A^2_s), [3 P^2].

$$a = \varepsilon_{11}(x_x - y_y) + \varepsilon_{14} y_z, \quad b = -\varepsilon_{14} z_x - \varepsilon_{11} x_y, \quad c = 0.$$

26) Rhomboëdrisch-tetartoëdrische Gruppe (C).

$$a = b = c = 0.$$

27) Ogdoëdrische Gruppe (A^3_z), [1 P^3].

$$\begin{aligned} a &= \quad \varepsilon_{11}(x_x - y_y) + \varepsilon_{14} y_z + \varepsilon_{15} z_x - \varepsilon_{22} x_y, \\ b &= -\varepsilon_{22}(x_x - y_y) + \varepsilon_{15} y_z - \varepsilon_{14} z_x - \varepsilon_{11} x_y, \\ c &= \quad \varepsilon_{31}(x_x + y_y) + \varepsilon_{33} z_z. \end{aligned}$$

VI. Reguläres System.

28) Holoëdrische Gruppe (C).

$$a = b = c = 0.$$

29) Tetraëdrisch-hemiëdrische Gruppe ($A^2_x = A^2_y = A^2_z$), [4 P^3].

$$a = \varepsilon_{14} y_z, \quad b = \varepsilon_{14} z_x, \quad c = \varepsilon_{14} x_y.$$

30) Plagiëdrisch-hemiëdrische Gruppe ($A^4_x = A^4_y = A^4_z$).

$$a = b = c = 0.$$

31) Pentagonal-hemiëdrische Gruppe (C).

$$a = b = c = 0.$$

32) Tetartoëdrische Gruppe ($A^2_x = A^2_y = A^2_z$), [4 P^3].

$$a = \varepsilon_{14} y_z, \quad b = \varepsilon_{14} z_x, \quad c = \varepsilon_{14} x_y.$$

Ueberblickt man diese Zusammenstellung, so sieht man, dass aus der alleinigen Berücksichtigung der Symmetrieverhältnisse für alle Krystallgruppen, welche polare Symmetrieaxen besitzen, die Möglichkeit piëzoelectrischer Erregung folgt, dass aber unter einziger Anwendung dieses Kriteriums sich auch für die Gruppen 2), 5), 8), 11), 14), 15), 18) und 22) von Null verschiedene Werthe a, b, c ergeben. Freilich sind an Vertretern derselben electrische Erscheinungen noch nicht sicher beobachtet; es ist indess nicht ausgeschlossen, dass von den Krystallen jener Gruppen, für welche übrigens zum Theil überhaupt noch keine Vertreter bekannt sind, vielleicht nur einzelne diese Eigenschaft deutlich, die meisten nur sehr schwach besitzen.

Ueberdies wird sich zeigen, dass die verschiedenen Krystallgruppen, für welche sich vorstehend die Erregbarkeit ergeben hat, hinsichtlich der Art der Erregung ausserordentliche Unterschiede zeigen, und dass gewisse Krystalle nur unter ganz besonderen Verhältnissen eine electrische Vertheilung annehmen, welche nach aussen hin wirksam ist. Dies wird bei der späteren speciellen Untersuchung erst deutlich hervortreten.

Immerhin ist nicht ausgeschlossen, dass Umstände existiren, welche sich nicht in den Symmetrieverhältnissen der Krystalle geltend machen und doch die electrische Erregung bei Krystallen mit nicht polaren Axen vollständig verhindern, nämlich die Werthe der Constanten ε_{hk} zu Null machen. Dass freilich irgend ein Grund die electrische Erregung bei sphenoidisch-hemiëdrischen Krystallen des III. und IV. Systems ausschliessen, dagegen bei den tetraëdrisch-hemiëdrischen, wo sie unzweifelhaft stattfindet, zulassen sollte, erscheint bei den Beziehungen zwischen beiden Gruppenarten sehr unwahrscheinlich. Ist aber erst bei einer Gruppe das Princip, dass eine polare Axe für die Möglichkeit electrischer Erregung die Vorbedingung ist, erschüttert, so ist kein Grund vorhanden, dasselbe überhaupt für innerlich begründet anzusehen. —

Keine electrische Erregbarkeit ergiebt sich aus den Symmetrieverhältnissen, ausser bei den mit einem Symmetriecentrum behafteten Gruppen, nur bei Gruppe 30). Trotzdem treten die Resultate scheinbar noch in Widerspruch mit einem Theil der von Herrn Hankel mitgetheilten Beobachtungen, da jene auch an centrisch symmetrischen Krystallen bei Erhitzung oder Abkühlung electrische Ladungen ergaben. Ohne den Versuch einer Erklärung wagen zu wollen, kann man aber doch sicher behaupten, dass, wenn wirklich in jenen Krystallen entgegengesetzte Richtungen gleichwerthig gewesen wären, eine Polarisirung nicht hätte eintreten können. Es ist daraus zu schliessen, dass bei jenen Beobachtungen Umstände, welche den Structurverhältnissen der benutzten Krystalle fremd sind, Verschiedenheiten in dieser Hinsicht verursacht haben müssen. Ob bei der ziemlich starken Erwärmung des Innern und der oberflächlichen Abkühlung nicht vielleicht schon die Temperaturdifferenz

zu beiden Seiten der Oberflächenschicht genügt hat, um die Richtung nach Aussen derjenigen nach Innen ungleichwerthig zu machen, ist schwer zu entscheiden. Jedenfalls ist aber klar, dass bei Benutzung nur der Glieder erster Ordnung, wie in dieser Theorie, jene Einflüsse keinen Ausdruck gewinnen können und dass daher auf die Erklärung jener Beobachtungen von dem eingenommenen Standpunkt aus verzichtet werden muss. —

Die vorstehenden Formelgruppen der Tabelle I zerfallen in zwei Gattungen, insofern sie zum Theil die linearen Dilatationen x_x, y_y, z_z enthalten, zum Theil aber nicht. Erstere Formeln gelten für solche Krystalle, bei denen die nach dem Experiment electrisch ausgezeichneten Richtungen, die man gewöhnlich electrische Axen nennt, in eine Coordinatenaxe oder -Ebene fallen, letztere für solche, wo dies nicht stattfindet; zu diesen gehören z. B. die regulären Krystalle der Gruppen 29) und 32), welche vier dreizählige polare Axen besitzen, die mit den drei Coordinatenaxen gleiche Winkel bilden. Es ist von Interesse und Nutzen, die ihnen entsprechenden Formeln auf ein neues Coordinatensystem $X' Y' Z'$ zu transformiren, dessen Z'-Axe in einer der ausgezeichneten Richtungen liegt.

Allerdings haben wir im Grunde bisher noch keine analytische Definition der electrischen Axen, oder, wie wir, um Verwechselungen mit der Axe des electrischen Hauptmomentes zu vermeiden, lieber sagen wollen, der electrischen Hauptrichtungen; indess können wir durch Vergleichung der Beobachtungen mit den vorstehenden Formelsystemen vorläufig den Schluss ziehen, dass eine beliebige Richtung s dann eine electrische Hauptrichtung sein wird, wenn das nach ihr genommene electrische Moment nur abhängt von den linearen Dilatationen parallel und normal zu s sowie von der Winkeländerung zwischen den zu s normalen Richtungen, — nicht also von den Aenderungen der Winkel von s gegen ursprünglich zu ihr normale Linien. Beispielsweise ist die Z-Axe eine electrische Hauptrichtung, wenn c von x_x, y_y, z_z und x_y abhängig, von y_z und z_x unabhängig ist.

Wir gehen aus von den Formeln $a = \varepsilon_{14} y_z$, $b = \varepsilon_{25} z_x$, $c = \varepsilon_{36} x_y$

für Gruppe III 8), welche die Formeln für die Gruppen IV 11) und 14), V 18) und VI 29) und 32) als specielle Fälle enthalten.

Setzen wir wieder

$$x = x'\alpha_1 + y'\beta_1 + z'\gamma_1, \quad y = x'\alpha_2 + y'\beta_2 + z'\gamma_2, \quad z = x'\alpha_3 + y'\beta_3 + z'\gamma_3,$$

so erhalten wir nach (4') die Momente für die X'-, Y'-, Z'-Axe durch Zusammenfassung von a, b, c mit den Factoren α_1, α_2, α_3; β_1, β_2, β_3; γ_1, γ_2, γ_3, so dass zunächst resultirt

$$15)\quad \begin{aligned} a' &= \varepsilon_{14}\alpha_1 y_z + \varepsilon_{25}\alpha_2 z_x + \varepsilon_{36}\alpha_3 x_y, \\ b' &= \varepsilon_{14}\beta_1 y_z + \varepsilon_{25}\beta_2 z_x + \varepsilon_{36}\beta_3 x_y, \\ c' &= \varepsilon_{14}\gamma_1 y_z + \varepsilon_{25}\gamma_2 z_x + \varepsilon_{36}\gamma_3 x_y. \end{aligned}$$

Hierin sind y_z, z_x, x_y nach (5) durch x'_x, y'_y . . . . auszudrücken.

Soll die Z'-Richtung im obigen Sinne ausgezeichnet sein, so müssen in c' die Coefficienten von y'_z und z'_x verschwinden. Dies liefert die beiden Bedingungen

$$16)\quad \begin{aligned} \varepsilon_{14}\gamma_1(\beta_2\gamma_3+\gamma_2\beta_3) + \varepsilon_{25}\gamma_2(\beta_3\gamma_1+\gamma_3\beta_1) + \varepsilon_{36}\gamma_3(\beta_1\gamma_2+\gamma_1\beta_2) &= 0, \\ \varepsilon_{14}\gamma_1(\gamma_2\alpha_3+\alpha_2\gamma_3) + \varepsilon_{25}\gamma_2(\gamma_3\alpha_1+\alpha_3\gamma_1) + \varepsilon_{36}\gamma_3(\gamma_1\alpha_2+\alpha_1\gamma_2) &= 0, \end{aligned}$$

welche zusammen mit

$$\gamma_1^2 + \gamma_2^2 + \gamma_3^2 = 1$$

die Lage der electrischen Hauptrichtung Z' bestimmen. Man erhält aus ihnen leicht die einfache Beziehung

$$16')\quad \begin{aligned} &\frac{1-2\gamma_1^2}{\varepsilon_{14}} = \frac{1-2\gamma_2^2}{\varepsilon_{25}} = \frac{1-2\gamma_3^2}{\varepsilon_{36}}, \\ \text{oder}\quad &\frac{\gamma_1^2}{\varepsilon_{25}+\varepsilon_{36}} = \frac{\gamma_2^2}{\varepsilon_{36}+\varepsilon_{14}} = \frac{\gamma_3^2}{\varepsilon_{14}+\varepsilon_{25}}, \end{aligned}$$

welche die Richtung von Z' zu construiren gestattet. Die Momente nehmen dann die Werthe an

$$17)\quad \begin{aligned} a' = {} & x'_x 2(\varepsilon_{14}+\varepsilon_{25}+\varepsilon_{36})\alpha_1\alpha_2\alpha_3 + y'_y 2(\varepsilon_{14}\alpha_1\beta_2\beta_3 + \varepsilon_{25}\alpha_2\beta_3\beta_1 + \varepsilon_{36}\alpha_3\beta_1\beta_2) \\ & + z'_z 2(\varepsilon_{14}\alpha_1\gamma_2\gamma_3 + \varepsilon_{25}\alpha_2\gamma_3\gamma_1 + \varepsilon_{36}\alpha_3\gamma_1\gamma_2) \\ & + y'_z\big(\varepsilon_{14}\alpha_1(\beta_2\gamma_3+\gamma_2\beta_3) + \varepsilon_{25}\alpha_2(\beta_3\gamma_1+\gamma_3\beta_1) + \varepsilon_{36}\alpha_3(\beta_1\gamma_2+\gamma_1\beta_2)\big) \\ & + z'_x\big(\varepsilon_{14}\alpha_1(\gamma_2\alpha_3+\alpha_2\gamma_3) + \varepsilon_{25}\alpha_2(\gamma_3\alpha_1+\alpha_3\gamma_1) + \varepsilon_{36}\alpha_3(\gamma_1\alpha_2+\alpha_1\gamma_2)\big) \\ & + x'_y\big(\varepsilon_{14}\alpha_1(\alpha_2\beta_3+\beta_2\alpha_3) + \varepsilon_{25}\alpha_2(\alpha_3\beta_1+\beta_3\alpha_1) + \varepsilon_{36}\alpha_3(\alpha_1\beta_2+\beta_1\alpha_2)\big) \end{aligned}$$

$$b' = x'_x 2(\varepsilon_{14}\beta_1\alpha_2\alpha_3 + \varepsilon_{25}\beta_2\alpha_3\alpha_1 + \varepsilon_{36}\beta_3\alpha_1\alpha_2) + y'_y 2(\varepsilon_{14} + \varepsilon_{25} + \varepsilon_{36})\beta_1\beta_2\beta_3$$
$$+ z'_z 2(\varepsilon_{14}\beta_1\gamma_2\gamma_3 + \varepsilon_{25}\beta_2\gamma_3\gamma_1 + \varepsilon_{36}\beta_3\gamma_1\gamma_2)$$
$$+ y'_z\big(\varepsilon_{14}\beta_1(\beta_2\gamma_3 + \gamma_2\beta_3) + \varepsilon_{25}\beta_2(\beta_3\gamma_1 + \gamma_3\beta_1) + \varepsilon_{36}\beta_3(\beta_1\gamma_2 + \gamma_1\beta_2)\big)$$
$$+ z'_x\big(\varepsilon_{14}\beta_1(\gamma_2\alpha_3 + \alpha_2\gamma_3) + \varepsilon_{25}\beta_2(\gamma_3\alpha_1 + \alpha_3\gamma_1) + \varepsilon_{36}\beta_3(\gamma_1\alpha_2 + \alpha_1\gamma_2)\big)$$
$$+ x'_y\big(\varepsilon_{14}\beta_1(\alpha_2\beta_3 + \beta_2\alpha_3) + \varepsilon_{25}\beta_2(\alpha_3\beta_1 + \beta_3\alpha_1) + \varepsilon_{36}\beta_3(\alpha_1\beta_2 + \beta_1\alpha_2)\big)$$
$$c' = x'_x 2(\varepsilon_{14}\gamma_1\alpha_2\alpha_3 + \varepsilon_{25}\gamma_2\alpha_3\alpha_1 + \varepsilon_{36}\gamma_3\alpha_1\alpha_2) + y'_y 2(\varepsilon_{14}\gamma_1\beta_2\beta_3 + \varepsilon_{25}\gamma_2\beta_3\beta_1 + \varepsilon_{36}\gamma_3\beta_1\beta_2)$$
$$+ z'_z 2(\varepsilon_{14} + \varepsilon_{25} + \varepsilon_{36})\gamma_1\gamma_2\gamma_3$$
$$+ x'_y\big(\varepsilon_{14}\gamma_1(\alpha_2\beta_3 + \beta_2\alpha_3) + \varepsilon_{25}\gamma_2(\alpha_3\beta_1 + \beta_3\alpha_1) + \varepsilon_{36}\gamma_3(\alpha_1\beta_2 + \beta_1\alpha_2)\big).$$

Für das reguläre System ergeben die Bedingungen (16′):

$$\gamma_1^2 = \gamma_2^2 = \gamma_3^2;$$

aus ihnen folgt für den ersten Octanten:

$$\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = \frac{1}{\sqrt{3}}, \quad \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 0, \quad \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = 0.$$

Hierdurch nehmen die Momente a', b', c' folgende Gestalt an:

$$\begin{aligned} a' &= +\varepsilon_{14}\left[(x'_x - y'_y)\,6\,\alpha_1\alpha_2\alpha_3 - \frac{z'_x}{\sqrt{3}} - x'_y\,6\,\beta_1\beta_2\beta_3\right], \\ b' &= -\varepsilon_{14}\left[(x'_x - y'_y)\,6\,\beta_1\beta_2\beta_3 + \frac{y'_z}{\sqrt{3}} + x'_y\,6\,\alpha_1\alpha_2\alpha_3\right], \\ c' &= -\frac{\varepsilon_{14}}{\sqrt{3}}(x'_x + y'_y - 2z'_z). \end{aligned} \qquad 18)$$

Diese Gleichungen fallen unter die Form (10′) und deuten darauf hin, dass die Richtung $\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3$, d. h. die Octaëdernormale, eine dreizählige (polare) Axe ist.

Legt man noch die $Y'Z'$-Ebene durch die Y-Axe, so ist:

$$\alpha_1 = -\alpha_3 = \sqrt{\tfrac{1}{2}}, \quad \alpha_2 = 0, \quad \beta_1 = \beta_3 = -\sqrt{\tfrac{1}{6}}, \quad \beta_2 = \sqrt{\tfrac{2}{3}};$$

hieraus folgt:

$$\begin{aligned} a' &= -\frac{\varepsilon_{14}}{\sqrt{3}}(z'_x + x'_y\sqrt{2}), \\ b' &= -\frac{\varepsilon_{14}}{\sqrt{3}}\big((x'_x - y'_y)\sqrt{2} + y'_z\big), \\ c' &= -\frac{\varepsilon_{14}}{\sqrt{3}}(x'_x + y'_y - 2z'_z). \end{aligned} \qquad 19)$$

Diese Werthe sind der Form nach identisch mit den für Gruppe 24) (Turmalin) gültigen; in der That sind die Symmetrieelemente der Gruppen 29) und 32) bei Einführung dieses X', Y', Z'-Systemes auch identisch mit denen, welche für Gruppe 24) characteristisch sind.

§ 3. Die electrischen Momente als Functionen der inneren Spannungen.

Der im vorigen Abschnitt eingeschlagene Weg zur Ableitung der speciellen Werthe der electrischen Momente für alle Krystallsysteme ist ebenso, wie für die elastischen Deformationen als Unabhängige, so für die elastischen Spannungen, welche ja lineäre Functionen der Deformationen sind, anwendbar, und die im letzteren Falle folgenden Resultate sind für gewisse Anwendungen besonders bequem.

Der allgemeine Ansatz sei:

$$
20)\qquad
\begin{aligned}
-a &= \delta_{11} X_x + \delta_{12} Y_y + \delta_{13} Z_z + \delta_{14} Y_z + \delta_{15} Z_x + \delta_{16} X_y,\\
-b &= \delta_{21} X_x + \delta_{22} Y_y + \delta_{23} Z_z + \delta_{24} Y_z + \delta_{25} Z_x + \delta_{26} X_y,\\
-c &= \delta_{31} X_x + \delta_{32} Y_y + \delta_{33} Z_z + \delta_{34} Y_z + \delta_{35} Z_x + \delta_{36} X_y.
\end{aligned}
$$

Für die Transformation auf ein neues System X', Y', Z' gelten Gleichungen, die etwas von den oben benutzten (5) abweichen, nämlich folgende Coëfficienten besitzen:

21)

	X'_x	Y'_y	Z'_z	Y'_z	Z'_x	X'_y
X_x	α_1^2	β_1^2	γ_1^2	$2\beta_1\gamma_1$	$2\gamma_1\alpha_1$	$2\alpha_1\beta_1$
Y_y	α_2^2	β_2^2	γ_2^2	$2\beta_2\gamma_2$	$2\gamma_2\alpha_2$	$2\alpha_2\beta_2$
Z_z	α_3^2	β_3^2	γ_3^2	$2\beta_3\gamma_3$	$2\gamma_3\alpha_3$	$2\alpha_3\beta_3$
Y_z	$\alpha_2\alpha_3$	$\beta_2\beta_3$	$\gamma_2\gamma_3$	$(\beta_2\gamma_3+\gamma_2\beta_3)$	$(\gamma_2\alpha_3+\alpha_2\gamma_3)$	$(\alpha_2\beta_3+\beta_2\alpha_3)$
Z_x	$\alpha_3\alpha_1$	$\beta_3\beta_1$	$\gamma_3\gamma_1$	$(\beta_3\gamma_1+\gamma_3\beta_1)$	$(\gamma_3\alpha_1+\alpha_3\gamma_1)$	$(\alpha_3\beta_1+\beta_3\alpha_1)$
X_y	$\alpha_1\alpha_2$	$\beta_1\beta_2$	$\gamma_1\gamma_2$	$(\beta_1\gamma_2+\gamma_1\beta_2)$	$(\gamma_1\alpha_2+\alpha_1\gamma_2)$	$(\alpha_1\beta_2+\beta_1\alpha_2)$.

Fallen die Z- und Z'-Axen zusammen und ist daher $\alpha_1 = \beta_2 = \alpha$, $-\alpha_2 = +\beta_1 = \beta$, so wird hieraus

	X'_x	Y'_y	Z'_z	Y'_z	Z'_x	X'_y
X_x	α^2	β^2	0	0	0	$2\alpha\beta$
Y_y	β^2	α^2	0	0	0	$-2\alpha\beta$
Z_z	0	0	1	0	0	0
Y_z	0	0	0	α	$-\beta$	0
Z_x	0	0	0	β	α	0
X_y	$-\alpha\beta$	$\alpha\beta$	0	0	0	$\alpha^2-\beta^2$.

21')

Die hierdurch sich ergebenden Gleichungen für die Gleichwerthigkeit der zwei Coordinaten-Systeme unterscheiden sich von den früheren (7) bis (7''') nur dadurch, dass $2\varepsilon_{16}$, $2\varepsilon_{26}$, $2\varepsilon_{36}$, resp. mit δ_{16}, δ_{26}, δ_{36} — alle übrigen ε_{hk} aber mit den entsprechenden δ_{hk} vertauscht sind. Nach dieser Bemerkung bleiben die Formeln, die für den Fall zweizähliger, vierzähliger und sechszähliger Symmetrieaxen gelten, bis auf die Bezeichnung ungeändert; nur die für eine mit der Z-Axe zusammenfallende dreizählige Axe lauten jetzt:

$$(A_z^3)\quad \left|\begin{array}{l} -a = \delta_{11}(X_x - Y_y) + \delta_{14} Y_z + \delta_{15} Z_x - 2\delta_{22} X_y, \\ -b = -\delta_{22}(X_x - Y_y) + \delta_{15} Y_z - \delta_{14} Z_x - 2\delta_{11} X_y, \\ -c = \delta_{31}(X_x + Y_y) + \delta_{33} Z_z. \end{array}\right. \qquad 21'')$$

Die für einseitige Axen, Symmetrieebenen und Symmetriecentren characteristischen Beziehungen erleiden gleichfalls keine Aenderung.

Sonach ergiebt sich folgende nur in Einzelheiten von Tabelle I abweichende Zusammenstellung, die ich der bequemeren Anwendung halber vollständig gebe.

Tabelle II.

I. Triklines System.

1) Holoëdrische Gruppe (C).

$$a = b = c = 0.$$

2) Hemiëdrische Gruppe (kein Symmetrieelement).

$$\begin{aligned} -a &= \delta_{11} X_x + \delta_{12} Y_y + \delta_{13} Z_z + \delta_{14} Y_z + \delta_{15} Z_x + \delta_{16} X_y, \\ -b &= \delta_{21} X_x + \delta_{22} Y_y + \delta_{23} Z_z + \delta_{24} Y_z + \delta_{25} Z_x + \delta_{26} X_y, \\ -c &= \delta_{31} X_x + \delta_{32} Y_y + \delta_{33} Z_z + \delta_{34} Y_z + \delta_{35} Z_x + \delta_{36} X_y. \end{aligned}$$

II. Monoklines System.

3) **Holoëdrische Gruppe** (C).

$$a = b = c = 0.$$

4) **Hemimorphe Gruppe** (A_z^2), $[1P^2]$.

$$-a = \delta_{14} Y_z + \delta_{15} Z_x, \quad -b = \delta_{24} Y_z + \delta_{25} Z_x,$$
$$-c = \delta_{31} X_x + \delta_{32} Y_y + \delta_{33} Z_z + \delta_{36} X_y.$$

5) **Hemiëdrische Gruppe** (E_z).

$$-a = \delta_{11} X_x + \delta_{12} Y_y + \delta_{13} Z_z + \delta_{16} X_y,$$
$$-b = \delta_{21} X_x + \delta_{22} Y_y + \delta_{23} Z_z + \delta_{26} X_y,$$
$$-c = \delta_{34} Y_z + \delta_{35} Z_x.$$

III. Rhombisches System.

6) **Holoëdrische Gruppe** (C).

$$a = b = c = 0.$$

7) **Hemimorphe Gruppe** $(A_z^2,\ E_x)$, $[1P^2]$.

$$-a = \delta_{15} Z_x, \quad -b = \delta_{24} Y_z,$$
$$-c = \delta_{31} X_x + \delta_{32} Y_y + \delta_{33} Z_z + \delta_{36} X_y.$$

8) **Hemiëdrische Gruppe** $(A_x^2,\ A_y^2,\ A_z^2)$.

$$-a = \delta_{14} Y_z, \quad -b = \delta_{25} Z_x, \quad -c = \delta_{36} X_y.$$

IV. Quadratisches System.

9) **Holoëdrische Gruppe** (C).

$$a = b = c = 0.$$

10) **Hemimorph-hemiëdrische Gruppe** $(A_z^4,\ E_x)$, $[1P^4]$.

$$-a = \delta_{15} Z_x, \quad -b = \delta_{15} Y_z,$$
$$-c = \delta_{31} (X_x + Y_y) + \delta_{33} Z_z.$$

11) **Trapezoëdrisch-hemiëdrische Gruppe** $(A_z^4,\ A_x^2)$.

$$-a = \delta_{14} Y_z, \quad -b = -\delta_{14} Z_x, \quad c = 0.$$

12) **Pyramidal-hemiëdrische Gruppe** (C).

$$a = b = c = 0.$$

13) Hemimorph-tetartoëdrische Gruppe (A_z^4), [$1\,P^4$].

$$-a = \delta_{14} Y_z + \delta_{15} Z_x, \quad -b = \delta_{15} Y_z - \delta_{14} Z_x,$$
$$-c = \delta_{31}(X_x + Y_y) + \delta_{33} Z_z.$$

14) Sphenoidisch-hemiëdrische Gruppe (A_z^2, $A_x^2 = A_y^2$).

$$-a = \delta_{14} Y_z, \quad -b = \delta_{14} Z_x, \quad -c = \delta_{36} X_y.$$

15) Sphenoidisch-tetartoëdrische Gruppe ($\bar{A}_z^2$)[1].

$$-a = \delta_{14} Y_z + \delta_{15} Z_x, \quad -b = -\delta_{15} Y_z + \delta_{14} Z_x,$$
$$-c = \delta_{31}(X_x - Y_y) + \delta_{36} X_y.$$

V. Hexagonales System.

16) Holoëdrische Gruppe (C).

$$a = b = c = 0.$$

17) Hemimorph-hemiëdrische Gruppe (A_z^6, E_x), [$1\,P^6$].

$$-a = \delta_{15} Z_x, \quad -b = \delta_{15} Y_z,$$
$$-c = \delta_{31}(X_x + Y_y) + \delta_{33} Z_z.$$

18) Trapezoëdrisch-hemiëdrische Gruppe (A_z^6, A_x^2).

$$-a = \delta_{14} Y_z, \quad -b = -\delta_{14} Z_x, \quad c = 0.$$

19) Pyramidal-hemiëdrische Gruppe (C).

$$a = b = c = 0.$$

20) Erste hemimorph-tetartoëdrische Gruppe (A_z^6), [$1\,P^6$].

$$-a = \delta_{14} Y_z - \delta_{15} Z_x, \quad -b = \delta_{15} Y_z - \delta_{14} Z_x,$$
$$-c = \delta_{31}(X_x + Y_y) + \delta_{33} Z_z.$$

21) Sphenoidisch-hemiëdrische Gruppe (A_z^3, A_x^2, E_y), [$3\,P^2$].

$$-a = \delta_{11}(X_x - Y_y), \quad -b = -2\delta_{11} X_y, \quad c = 0.$$

22) Sphenoidisch-tetartoëdrische Gruppe (A_z^3, E_z).

$$-a = \delta_{11}(X_x - Y_y) - 2\,\delta_{22} X_y,$$
$$-b = -\delta_{22}(X_x - Y_y) - 2\,\delta_{11} X_y, \quad c = 0.$$

23) Rhomboëdrisch-hemiëdrische Gruppe (C).

$$a = b = c = 0.$$

---

1) Die Z-Axe ist nach der p. 12 unter V. erwähnten Weise einseitig.

24) Zweite hemimorph-tetartoëdrische Gruppe (A_z^3, E_z), [$1 P^6$].

$$-a = \delta_{15} Z_z - 2\delta_{22} X_y, \quad -b = -\delta_{22}(X_x - Y_y) + \delta_{15} Y_z, \quad -c = \delta_{31}(X_x + Y_y) + \delta_{33} Z_z.$$

25) Trapezoëdrisch-tetartoëdrische Gruppe (A_z^3, A_x^2), [$3 P^2$].

$$-a = \delta_{11}(X_x - Y_y) + \delta_{14} Y_z, \quad +b = +\delta_{14} Z_x + 2\delta_{11} X_y, \quad c = 0.$$

26) Rhomboëdrisch-tetartoëdrische Gruppe (C).

$$a = b = c = 0.$$

27) Ogdoëdrische Gruppe (A_z^3), [$1 P^3$].

$$-a = \delta_{11}(X_x - Y_y) + \delta_{14} Y_z + \delta_{15} Z_x - 2\delta_{22} X_y,$$
$$-b = -\delta_{22}(X_x - Y_y) + \delta_{15} Y_z - \delta_{14} Z_x - 2\delta_{11} X_y,$$
$$-c = \delta_{31}(X_x + Y_y) + \delta_{33} Z_z.$$

VI. Reguläres System.

28) Holoëdrische Gruppe (C).

$$a = b = c = 0.$$

29) Tetraëdrisch-hemiëdrische Gruppe ($A_x^2 = A_y^2 = A_z^2$), [$4 P^3$].

$$-a = \delta_{14} Y_z, \quad -b = \delta_{14} Z_x, \quad -c = \delta_{14} X_y.$$

30) Plagiëdrisch-hemiëdrische Gruppe ($A_x^4 = A_y^4 = A_z^4$).

$$a = b = c = 0.$$

31) Pentagonal-hemiëdrische Gruppe (C).

$$a = b = c = 0.$$

32) Tetartoëdrische Gruppe ($A_x^2 = A_y^2 = A_z^2$), [$4 P^3$].

$$-a = \delta_{14} Y_z, \quad -b = \delta_{14} Z_x, \quad -c = \delta_{14} X_y.$$

Auch das System (19) für die Momente der Gruppen (29) und (32), falls man eine Octoëdernormale zur Z'-Axe und eine durch sie gelegte Symmetrie-Ebene zur $Y'Z'$-Ebene wählt, nimmt, wenn man die Spannungen als Unabhängige wählt, eine etwas geänderte Gestalt an. Es wird nämlich

$$a' = +\frac{\delta_{14}}{\sqrt{3}}(Z'_x + X'_y 2\sqrt{2}),$$
$$b' = +\frac{\delta_{14}}{\sqrt{3}}((X'_x - Y'_y)\sqrt{2} + Y'_z), \qquad 22)$$
$$c' = +\frac{\delta_{14}}{\sqrt{3}}(X'_x + Y'_y - 2Z'_x).$$

Die vorstehenden Formeln ergaben sich direct durch Anwendung der Symmetrieeigenschaften der verschiedenen Krystallgruppen auf den allgemeinen Ansatz (20), sie hätten sich auch finden lassen durch Einführung der Beziehungen zwischen den Deformationen und den Spannungen in dem früheren Ansatz (1). Dieser Weg hätte neben der Form jener Gleichungen auch die Werthe der Constanten δ_{hk} ausgedrückt in den ε_{hk} geliefert. Man erhält dieselben leicht nachträglich, wenn man die Beziehungen (23) und (23′) des nächsten Abschnittes benutzt. Durch sie resultirt

$$\delta_{ih} = \sum_k \varepsilon_{ik} s_{hk}, \quad \varepsilon_{ih} = \sum_k \delta_{ik} c_{hk}; \qquad 22')$$

die Summen sind hier, wie weiterhin überall, wo dieselbe Bezeichnung angewandt wird, über die Zahlen 1 bis 6 auszudehnen. —

§ 4. Elastische und thermische Constanten für die verschiedenen Krystallsysteme. Einige allgemeine Sätze.

Die Anwendung der vorstehend allgemein entwickelten Formeln auf bestimmte Phänomene zu erleichtern, stelle ich im Folgenden die weiterhin zu benutzenden Beziehungen und Constanten der Elasticitätstheorie übersichtlich zusammen.

Zwischen den elastischen Spannungen $X_x \ldots$ und den Deformationen x_x bestehen lineare Beziehungen von der Form

$$-X_x = c_{11}x_x + c_{12}y_y + c_{13}z_z + c_{14}y_z + c_{15}z_x + c_{16}x_y, \qquad 23)$$

— — — — — — — —

welche nach den x_x aufgelöst lauten

$$-x_x = s_{11}X_x + s_{12}Y_y + s_{13}Z_z + s_{14}Y_z + s_{15}Z_x + s_{16}X_y, \qquad 23')$$

— — — — — — — —

Die Factoren c_{hk} nennen wir die **Elasticitätsconstanten**, die s_{hk} die **Elasticitätsmoduln** des betreffenden Krystalls.

Die Werthe (23) und (23') beziehen sich auf eine bestimmte normale Temperatur. Bei einer Steigerung der Temperatur um ϑ wachsen die elastischen Drucke um Glieder von der Form

24) $$-A_x = q_1\vartheta,\ -B_y = q_2\vartheta,\ -C_z = q_3\vartheta,$$
$$-B_z = -C_y = q_4\vartheta,\ -C_x = -A_z = q_5\vartheta,\ -A_y = -B_x = q_6\vartheta,$$

worin man die $q_h\vartheta$ als die thermischen Drucke bezeichnet. Ist die Temperaturänderung gleichförmig in dem ganzen Krystall, so wachsen die Deformationen um Glieder von der Form

24') $$a_x = a_1\vartheta,\ b_y = a_2\vartheta,\ c_z = a_3\vartheta,$$
$$b_z = -c_y = a_4\vartheta,\ c_x = -a_z = a_5\vartheta,\ a_y = -b_x = a_6\vartheta.$$

Hierin sind a_1, a_2, a_3 die Coefficienten der thermischen linearen Dilatationen parallel den Hauptaxen X, Y, Z und a_4, a_5, a_6 die Coefficienten der thermischen Aenderung der von ihnen eingeschlossenen Winkel. Zwischen beiden Arten von Constanten gelten die Beziehungen:

25) $$q_h = c_{h1}a_1 + c_{h2}a_2 + c_{h3}a_3 + c_{h4}a_4 + c_{h5}a_5 + c_{h6}a_6, \text{ sowie}$$
$$a_h = s_{h1}q_1 + s_{h2}q_2 + s_{h3}q_3 + s_{h4}q_4 + s_{h5}q_5 + s_{h6}q_6.$$

Alle diese Formeln mögen sich auf das schon oben benutzte, durch seine Symmetrieverhältnisse ausgezeichnete Haupt-Coordinatensystem X, Y, Z beziehen. Ausser diesem führen wir noch gemäss den Beziehungen (4) ein willkürlich gelegenes System X', Y', Z' ein und unterscheiden die darauf bezogenen Variabeln und Constanten von den obigen durch einen obern Index. Der Zusammenhang zwischen den Elasticitätsconstanten c_{hk} und c'_{hk} sowie den Elasticitätsmoduln s_{hk} und s'_{hk} folgt aus der Art, wie sich die $X_x \dots$ und $x_x \dots$ transformiren. Es sind dafür massgebend die Beziehungen (5'') und (21); bezeichnet man die Coefficienten des ersten Systems mit d_{hk}, die des zweiten mit d'_{hk}, wo sich der erste Index auf die Reihe, der zweite auf die Colonne bezieht, so ist:

26) $$c_{hi} = \sum_k \sum_n d'_{hk} d'_{in} c'_{kn}, \quad c'_{hi} = \sum_k \sum_n d_{kh} d_{ni} c_{kn},$$
$$s_{ab} = \sum_h \sum_k d_{ah} d_{bk} s'_{hk}, \quad s'_{ab} = \sum_h \sum_k d'_{ha} d'_{kb} s_{hk}.$$

Die Coëfficienten q_h der thermischen Drucke transformiren sich wie die Drucke selbst, es ist also

$$q_h = \sum_k q'_k d'_{hk}, \qquad q'_h = \sum_h q_h d_{hk}. \qquad 26')$$

Die Coëfficienten der thermischen Deformationen endlich transformiren sich wie die Deformationen selbst, d. h. es ist

$$a_h = \sum_k a'_k d_{hk}, \qquad a'_h = \sum_k a_k d'_{kh}. \qquad 26'')$$

Für die verschiedenen Krystallsysteme und Gruppen bilden die auf das Hauptaxensystem bezogenen Constanten $c_{hk} = c_{kh}$, $s_{hk} = s_{kh}$, q_k, a_h folgende Schemata.

Tabelle III.

I. Gruppe 1) und 2).

c_{11}	c_{12}	c_{13}	c_{14}	c_{15}	c_{16}	s_{11}	s_{12}	s_{13}	s_{14}	s_{15}	s_{16}
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
c_{61}	c_{62}	c_{63}	c_{64}	c_{65}	c_{66}	s_{61}	s_{62}	s_{63}	s_{64}	s_{65}	s_{66}
q_1,	q_2,	q_3,	q_4,	q_5,	q_6;	a_1,	a_2,	a_3,	a_4,	a_5,	a_6.

II. Gruppe 3) bis 5).

c_{11}	c_{12}	c_{13}	0	0	c_{16}	s_{11}	s_{12}	s_{13}	0	0	s_{16}
c_{21}	c_{22}	c_{23}	0	0	c_{26}	s_{21}	s_{22}	s_{23}	0	0	s_{26}
c_{31}	c_{32}	c_{33}	0	0	c_{36}	s_{31}	s_{32}	s_{33}	0	0	s_{36}
0	0	0	c_{44}	c_{45}	0	0	0	0	s_{44}	s_{45}	0
0	0	0	c_{54}	c_{55}	0	0	0	0	s_{54}	s_{55}	0
c_{61}	c_{62}	c_{63}	0	0	c_{66}	s_{61}	s_{62}	s_{63}	0	0	s_{66}

q_1, q_2, q_3, q_6; a_1, a_2, a_3, a_6.

III. Gruppe 6) bis 8).

c_{11}	c_{12}	c_{13}	0	0	0	s_{11}	s_{12}	s_{13}	0	0	0
c_{21}	c_{22}	c_{23}	0	0	0	s_{21}	s_{22}	s_{23}	0	0	0
c_{31}	c_{32}	c_{33}	0	0	0	s_{31}	s_{32}	s_{33}	0	0	0
0	0	0	c_{44}	0	0	0	0	0	s_{44}	0	0
0	0	0	0	c_{55}	0	0	0	0	0	s_{55}	0
0	0	0	0	0	c_{66}	0	0	0	0	0	s_{66}

q_1, q_2, q_3; a_1, a_2, a_3.

IV. Gruppe 9) 10) 11) 14).

$$\begin{array}{cccccc} c_{11} & c_{12} & c_{13} & 0 & 0 & 0 \\ c_{21} & c_{11} & c_{13} & 0 & 0 & 0 \\ c_{31} & c_{31} & c_{33} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & c_{44} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & c_{44} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & c_{66} \end{array} \qquad \begin{array}{cccccc} s_{11} & s_{12} & s_{13} & 0 & 0 & 0 \\ s_{21} & s_{11} & s_{13} & 0 & 0 & 0 \\ s_{31} & s_{31} & s_{33} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & s_{44} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & s_{44} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & s_{66} \end{array}$$

$$q_1 = q_2,\ q_3 \qquad a_1 = a_2,\ a_3.$$

IV. Gruppe 12) 13) 15).

$$\begin{array}{cccccc} c_{11} & c_{12} & c_{13} & 0 & 0 & c_{16} \\ c_{21} & c_{11} & c_{13} & 0 & 0 & -c_{16} \\ c_{31} & c_{31} & c_{33} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & c_{44} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & c_{44} & 0 \\ c_{61} & -c_{61} & 0 & 0 & 0 & c_{66} \end{array} \qquad \begin{array}{cccccc} s_{11} & s_{12} & s_{13} & 0 & 0 & s_{16} \\ s_{21} & s_{11} & s_{13} & 0 & 0 & -s_{16} \\ s_{31} & s_{31} & s_{33} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & s_{44} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & s_{44} & 0 \\ s_{61} & -s_{61} & 0 & 0 & 0 & s_{66} \end{array}$$

$$q_1 = q_2,\ q_3; \qquad a_1 = a_2,\ a_3.$$

V. Gruppe 16) bis 22).

$$\begin{array}{cccccc} c_{11} & c_{12} & c_{13} & 0 & 0 & 0 \\ c_{21} & c_{11} & c_{13} & 0 & 0 & 0 \\ c_{31} & c_{31} & c_{33} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & c_{44} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & c_{44} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{c_{11}-c_{12}}{2} \end{array} \qquad \begin{array}{cccccc} s_{11} & s_{12} & s_{13} & 0 & 0 & 0 \\ s_{21} & s_{11} & s_{13} & 0 & 0 & 0 \\ s_{31} & s_{31} & s_{33} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & s_{44} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & s_{44} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2(s_{11}-s_{12}) \end{array}$$

$$q_1 = q_2,\ q_3; \qquad a_1 = a_2,\ a_3.$$

V. Gruppe 23) bis 25).

$$\begin{array}{cccccc} c_{11} & c_{12} & c_{13} & c_{14} & 0 & 0 \\ c_{21} & c_{11} & c_{13} & -c_{14} & 0 & 0 \\ c_{31} & c_{31} & c_{33} & 0 & 0 & 0 \\ c_{41} & -c_{41} & 0 & c_{44} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & c_{44} & c_{41} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & c_{14} & \frac{c_{11}-c_{12}}{2} \end{array} \qquad \begin{array}{cccccc} s_{11} & s_{12} & s_{13} & s_{14} & 0 & 0 \\ s_{21} & s_{11} & s_{13} & -s_{14} & 0 & 0 \\ s_{31} & s_{31} & s_{33} & 0 & 0 & 0 \\ s_{41} & -s_{41} & 0 & s_{44} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & s_{44} & 2s_{41} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 2s_{14} & 2(s_{11}-s_{12}). \end{array}$$

$$q_1 = q_2,\ q_3; \qquad a_1 = a_2,\ a_3.$$

V. Gruppe 26) und 27).

$$\begin{array}{cccccc} c_{11} & c_{12} & c_{13} & c_{14} & -c_{25} & 0 \\ c_{21} & c_{11} & c_{13} & -c_{14} & c_{25} & 0 \\ c_{31} & c_{31} & c_{33} & 0 & 0 & 0 \\ c_{41} & -c_{41} & 0 & c_{44} & 0 & c_{52} \\ -c_{52} & c_{52} & 0 & 0 & c_{44} & c_{41} \\ 0 & 0 & 0 & c_{25} & c_{14} & \frac{c_{11}-c_{22}}{2} \end{array} \qquad \begin{array}{cccccc} s_{11} & s_{12} & s_{13} & s_{14} & -s_{25} & 0 \\ s_{21} & s_{11} & s_{13} & -s_{14} & s_{25} & 0 \\ s_{31} & s_{31} & s_{33} & 0 & 0 & 0 \\ s_{41} & -s_{41} & 0 & s_{44} & 0 & 2s_{52} \\ -s_{52} & s_{52} & 0 & 0 & s_{44} & 2s_{41} \\ 0 & 0 & 0 & 2s_{25} & 2s_{14} & 2(s_{11}-s_{12}) \end{array}$$

$$q_1 = q_2,\ q_3; \qquad a_1 = a_2,\ a_3.$$

VI. Gruppe 28) bis 32).

$$\begin{array}{cccccc} c_{11} & c_{12} & c_{12} & 0 & 0 & 0 \\ c_{21} & c_{11} & c_{12} & 0 & 0 & 0 \\ c_{21} & c_{21} & c_{11} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & c_{44} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & c_{44} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & c_{44} \end{array} \qquad \begin{array}{cccccc} s_{11} & s_{12} & s_{12} & 0 & 0 & 0 \\ s_{21} & s_{11} & s_{12} & 0 & 0 & 0 \\ s_{21} & s_{21} & s_{11} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & s_{44} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & s_{44} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & s_{44} \end{array}$$

$$q_1 = q_2 = q_3; \qquad a_1 = a_2 = a_3.$$

Für ein beliebiges Coordinatensystem X', Y', Z' bilden die bezüglichen Constanten analoge Systeme, wenn die Coordinatenaxen dieselben Symmetrieeigenschaften besitzen, welche zu vorstehenden Resultaten geführt haben, z. B. wird, wenn die Z'-Axe eine dreizählige Symmetrieaxe ist, stets das vorletzte dieser Systeme den c'_{hk}, s'_{hk}, q'_h, a'_k entsprechen. —

Die Bedingungen des Gleichgewichts für einen äussern Kräften X, Y, Z und Oberflächendrucken $\overline{X}$, $\overline{Y}$, $\overline{Z}$ unterworfenen elastischen Körper sind bei Berücksichtigung der thermischen Drucke:

$$\begin{aligned} \varepsilon X &= \frac{\partial(X_x+A_x)}{\partial x} + \frac{\partial(X_y+A_y)}{\partial y} + \frac{\partial(X_z+A_z)}{\partial z}, \\ \varepsilon Y &= \frac{\partial(Y_x+B_x)}{\partial x} + \frac{\partial(Y_y+B_y)}{\partial y} + \frac{\partial(Y_z+B_z)}{\partial z}, \\ \varepsilon Z &= \frac{\partial(Z_x+C_x)}{\partial x} + \frac{\partial(Z_y+C_y)}{\partial y} + \frac{\partial(Z_z+C_z)}{\partial z} \end{aligned} \qquad 27')$$

für jeden innern Punkt, dazu für die Oberfläche:

$$
\begin{aligned}
0 &= \overline{X} + (\overline{X}_x + \overline{A}_x)\cos(n,x) + (\overline{X}_y + \overline{A}_y)\cos(n,y) + (\overline{X}_z + \overline{A}_z)\cos(n,z),\\
0 &= \overline{Y} + (\overline{Y}_x + \overline{B}_x)\cos(n,x) + (\overline{Y}_y + \overline{B}_y)\cos(n,y) + (\overline{Y}_z + \overline{B}_z)\cos(n,z), \qquad 27')\\
0 &= \overline{Z} + (\overline{Z}_x + \overline{C}_x)\cos(n,x) + (\overline{Z}_y + \overline{C}_y)\cos(n,y) + (\overline{Z}_z + \overline{C}_z)\cos(n,z).
\end{aligned}
$$

Ausser diesen Gleichungen gelten gewisse Bedingungen, welche die Verbindung des Coordinatensystems mit dem Körper, oder, anders betrachtet, die Befestigung des letzteren bestimmen; dieselben kommen hier aber, wo es sich nur um die den gegebenen äussern Einwirkungen entsprechenden Deformationen handelt, nicht in Betracht. —

Die Ansätze der Tabelle II gestatten bei Combination mit den Formeln (27') und der Definition (3') der oberflächlichen aequivalenten Dichte $\bar{\varepsilon}$ einige allgemeine Sätze über letztere abzuleiten. Zunächst sei der Fall normaler Temperatur betrachtet, wo $A_x = A_y = \ldots = 0$ ist.

Wir nehmen an, der Krystall sei in einem Theil begrenzt durch die Flächen eines Cylinders oder Prismas von beliebigem Querschnitt und erfahre auf diesen Flächen keine äussere Einwirkung. Legen wir eine Z'-Axe in die Cylinderaxe, eine X'- und Y'- beliebig dazu senkrecht, und bezeichnen wir den Winkel, den die Normale auf jenen Flächen mit der X'-Axe macht, durch φ, so lauten die Bedingungen für diese freien Oberflächen:

$$\overline{X}'_x \cos\varphi + \overline{X}'_y \sin\varphi = \overline{Y}'_x \cos\varphi + \overline{Y}'_y \sin\varphi = \overline{Z}'_x \cos\varphi + \overline{Z}'_y \sin\varphi = 0;$$

zugleich wird das Moment $\bar{n}$ um die äussere Normale und die Oberflächendichte $\bar{\varepsilon}$ gegeben durch

$$\bar{n} = \bar{\varepsilon} = \bar{a}' \cos\varphi + \bar{b}' \sin\varphi.$$

Benutzt man die Zusammenstellung der Werthe a und b in Tabelle II, so erkennt man leicht die Richtigkeit folgender Sätze.

Ist die Z'-Axe eine vier- oder sechszählige Symmetrieaxe, durch welche eine Symmetrieebene geht (Eigenschaft der Hauptaxe in Gruppe 10) und 17)), so ist auf den betrachteten Flächen die Dichte $\bar{\varepsilon}$ bei allen Deformationen verschwindend.

Ist die Z'-Axe eine zweizählige Symmetrieaxe, auf welcher zwei unter einander gleiche zweizählige Symmetrieaxen X' und Y' senkrecht

stehen (Eigenschaft der Z-Axe in Gruppe 14), der X, Y, Z-Axe in Gruppe 29) und 32)), so gilt

$$\bar{n} = \bar{\varepsilon} = \delta'_{14} \overline{Y}'_s \cos\varphi (1 - tg^2\varphi) = - \delta'_{14} \overline{Z}'_s \sin\varphi (1 - ctg^2\varphi);$$

die Dichte $\bar{\varepsilon}$ verschwindet also an allen denjenigen Stellen der Mantelfläche, wo die Normalen die Winkel zwischen der $\pm X'$- und $\pm Y'$-Axe halbiren, gleichviel, wie immer der Cylinder deformirt wird.

Ist die Z'-Axe eine dreizählige Symmetrieaxe, und gehen hindurch drei Symmetrieebenen, von denen die $Y'Z'$-Ebene die eine sein mag (Eigenschaft der Z-Axe in Gruppe 24), der Octaëdernormale in Gruppe 29) und 32)), so ist

$$\bar{n} = \bar{\varepsilon} = - \frac{2 \overline{X}'_y \delta'_{22}}{\sin 2\varphi} \sin 3\varphi,$$

worin $X'_y/\sin 2\varphi$ stets endlich ist; die Dichte $\bar{\varepsilon}$ verschwindet also bei jeder Deformation an allen Stellen der Mantelfläche, deren Normale auf einer der drei Symmetrieebenen senkrecht steht.

Ist ferner die Z'-Axe eine Kante zwischen zwei ebenen Theilen der Oberfläche des Krystalles, welche nächst der Kante keine äussere Einwirkung erfahren mögen, und ist sie zugleich eine zwei-, drei-, vier- oder sechszählige Symmetrieaxe, so ist an der Kante $\bar{n}$ und $\bar{\varepsilon}$ stets gleich Null.

Endlich gilt auch noch ganz allgemein der Satz, dass an jeder Ecke die Dichte $\bar{\varepsilon}$ verschwinden muss.

Um unrichtige Schlüsse aus diesen Sätzen zu vermeiden, beachte man, dass nur dann, wenn die Aenderungen der Momente a, b, c mit den Coordinaten, bezogen auf die Längeneinheit, sehr klein gegen ihre absoluten Werthe sind, die Dichte $\bar{\varepsilon}$ an einer Stelle der Oberfläche die Wirkung auf nahe äussere Punkte in erster Linie bestimmt, in andern Fällen aber die Wirkung der innern Elemente diejenige der Oberflächendichte $\bar{\varepsilon}$ völlig compensiren kann. —

Den vorstehenden analoge Sätze lassen sich auch für den Fall ableiten, dass die Deformation allein durch Verschiedenheit der Temperatur im Innern des Krystalles bewirkt ist.

Bildet wiederum einen Theil der Oberfläche des Krystalls ein der Z'-Axe paralleler Cylinder, so nehmen die Grenzbedingungen (27'), da äussere Kräfte fehlen, die Form an:

$$(\overline{X}'_x + q'_1 \vartheta) \cos\varphi + (\overline{X}'_y + q'_6 \vartheta) \sin\varphi = (\overline{Y}'_x + q'_6 \vartheta) \cos\varphi + (\overline{Y}'_y + q'_2 \vartheta) \sin\varphi$$
$$= (\overline{Z}'_x + q'_5 \vartheta) \cos\varphi + (\overline{Z}'_y + q'_4 \vartheta) \sin\varphi = 0.$$

Wenn zudem die Z'-Axe eine drei-, vier- oder sechszählige elastische Symmetrieaxe ist, so wird

$$q'_1 = q'_2, \quad q'_4 = q'_5 = q'_6 = 0,$$

und es gilt Folgendes.

Ist die Z'-Axe eine vier- oder sechszählige Symmetrieaxe, durch welche eine krystallographische Symmetrieebene geht (Eigenschaft der Z-Axe in den Gruppen 10) und 17)), so erhält die betrachtete Mantelfläche durch keine Art der Temperaturvertheilung eine oberflächliche Dichte $\bar{\varepsilon}$.

Ist die Cylinderaxe eine zweizählige Symmetrieaxe, und stehen zu ihr zwei unter sich gleiche zweizählige Symmetrieaxen senkrecht (Eigenschaft der Hauptaxe in den Gruppen 14) und jeder krystallographischen Axe in 29) und 32)), so verschwindet bei jeder Temperaturvertheilung die Dichte auf denjenigen Oberflächentheilen, deren Normalen die Winkel der beiden gleichen Symmetrieaxen halbiren.

Ist die Cylinderaxe eine dreizählige Symmetrieaxe, und gehen durch sie drei krystallographische Symmetrieebenen (Eigenschaft der Hauptaxe von Gruppe 24) und der Octaëdernormalen in 29) und 32)), so wird bei jeder Temperaturvertheilung die Dichte $\bar{\varepsilon}$ auf denjenigen Theilen der Mantelfläche verschwinden, deren Normalen senkrecht zu einer Symmetrieebene stehen.

Das letztere findet auch statt, wenn die drei Symmetrieebenen fehlen, aber die Temperaturvertheilung derart ist, dass die Kanten des Cylinders der Z'-Axe parallel geblieben sind, nämlich z'_x, z'_y und in Folge dessen Z'_x, Z'_y verschwinden.

Längs einer Kante, welche einer drei-, vier- oder sechszähligen Symmetrieaxe parallel ist, tritt bei beliebiger Erwärmung keine Dichte $\bar{\varepsilon}$ auf.

An einer Ecke ist die electrische Erregung durch jede beliebige Temperaturvertheilung dieselbe, als wenn der ganze Krystall gleichförmig die Temperatur der Ecke besässe.

Dies letztere folgt daraus, dass an jeder Ecke sämmtliche Glieder von der Form $(\mathfrak{X}_x + q_1 \vartheta)$ verschwinden müssen, und dass diese Beziehungen, wie wir später sehen werden, bei gleichförmiger Temperatur im ganzen Innern des Krystalles erfüllt sind.

§ 5. Electrische Erregung durch allseitigen gleichförmigen Druck.

Die theoretisch einfachste Art der mechanischen Einwirkung auf einen beliebig gestalteten Krystall oder ein Stück eines solchen ist die Deformation durch einen allseitig gleichen normalen Druck, wie er im Piëzometer ausgeübt werden kann. Hierbei sind alle innern Spannungen und Deformation constant; in Folge dessen verschwindet auch die innere Dichte ε und es bleibt auf äussere Punkte nur die Oberflächendichte $\bar{\varepsilon}$ wirksam.

Belegt man die Oberfläche des Krystalles mit einem Leiter, etwa durch Ueberziehen mit Zinnfolie, so wird in diesem an jeder Stelle die $\bar{\varepsilon}$ entgegengesetzt gleiche Dichte gebunden, die $\bar{\varepsilon}$ gleiche aber frei. Besteht der Leiter aus zwei getrennten Stücken, von denen das eine die Stellen positiver, das andere die Stellen negativer Dichte $\bar{\varepsilon}$ bedeckt, so lässt sich die Gesammtmenge der freiwerdenden positiven oder negativen Electricität und hierdurch $\bar{\varepsilon}$ bestimmen, indem man den einen Theil des Leiters direct, den andern durch ein Entladungselectrometer zur Erde ableitet und die Deformation des Krystalles so allmählig stattfinden lässt, dass man die dabei stattfindenden Entladungen zählen kann.

Eine andere Methode zu Bestimmung von $\bar{\varepsilon}$ ist die, dass man den einen Theil des Leiters zur Erde ableitet, den andern mit einem Thomson'schen Electrometer verbindet. Man kann dann die beiden belegten Flächenstücke als zwei Condensatoren betrachten, von denen der eine nicht auf den andern wirkt. Bezeichnet man die Capacität des mit dem Electrometer verbundenen Theiles inclusive des Electrometers mit C,

so steigt das Potential in ihm durch die Erregung der Oberflächendichte $\bar{\varepsilon}$ um $\int \bar{\varepsilon}\, dQ/C$, worin dQ das Element der Oberfläche des Krystalles bezeichnet, welche durch den mit dem Electrometer verbundenen Leiter bedeckt ist. Ist die Oberflächendichte $\bar{\varepsilon}$ auf Q constant, so findet sich die Potentialänderung W am Electrometer gleich $Q\bar{\varepsilon}/C$. Dabei ist C als unbekannt zu betrachten, lässt sich aber eliminiren, wenn man das Electrometer mit einem Condensator von bekannter Capacität C_1 verbindet und abermals die Potentialänderung in Folge der Compression am Electrometer bestimmt. Der so beobachtete Werth W_1 ist gleich $Q\bar{\varepsilon}/(C+C_1)$, also findet sich

$$\bar{\varepsilon} = \frac{C_1 W W_1}{Q(W-W_1)}.$$

Beobachtungen der Erregung durch allseitig gleichen Druck sind noch nicht angestellt; sie würden aber für die Prüfung der Theorie nicht ohne Interesse sein. —

Bezeichnet man den äussern Druck auf die Flächeneinheit mit p und setzt die Summe der drei Elasticitätsmoduln

$$s_{h1} + s_{h2} + s_{h3} = s_h,$$

so gelten, wie sich leicht zeigen lässt, die folgenden Werthe der Deformationen:

28) $x_x = -ps_1,\quad y_y = -ps_2,\quad z_z = -ps_3,\quad y_z = -ps_4,\quad z_x = -ps_5,\quad x_y = -ps_6.$

Berücksichtigt man die Angaben der Tabellen I und III, so erhält man folgendes Bild der electrischen Erregung durch allseitig gleichen Druck bei den überhaupt erregbaren Krystall-Gruppen.

Tabelle IV.

I. Gruppe 2). $a = -p\sum_h \varepsilon_{1h} s_h,\quad b = -p\sum_h \varepsilon_{2h} s_h,\quad c = -p\sum_h \varepsilon_{3h} s_h.$

II. Gruppe 4). $a = b = 0,\quad c = -p(\varepsilon_{31} s_1 + \varepsilon_{32} s_2 + \varepsilon_{33} s_3 + \varepsilon_{36} s_6).$

„ 5). $a = -p(\varepsilon_{11} s_1 + \varepsilon_{12} s_2 + \varepsilon_{13} s_3 + \varepsilon_{16} s_6),$
$b = -p(\varepsilon_{21} s_1 + \varepsilon_{22} s_2 + \varepsilon_{23} s_3 + \varepsilon_{26} s_6),\quad c = 0.$

III. Gruppe 7). $a = b = 0,\quad c = -p(\varepsilon_{31} s_1 + \varepsilon_{32} s_2 + \varepsilon_{33} s_3).$

„ 8). $a = b = c = 0.$

IV. Gruppe 10) und 13). $a = b = 0,\quad c = -p(2\varepsilon_{31} s_1 + \varepsilon_{33} s_3).$

„ 11), 14) und 15). $a = b = c = 0.$

V. Gruppe 17), 20), 24), 27). $a = b = 0$, $c = -p(2\varepsilon_{31}s_1 + \varepsilon_{33}s_3)$.

Gruppe 18), 21), 22), 25). $a = b = c = 0$.

VI. Gruppe 29) und 32). $a = b = c = 0$.

Bei Gruppe 2) ist die Lage der electrischen Axe nicht allgemein angebbar, bei Gruppe 4) liegt sie in der Symmetrieaxe, bei 5) in der Symmetrieebene. Von den übrigen Gruppen zeigen bei allseitigem Druck nur diejenigen eine electrische Erregbarkeit, welche eine einzige polare Symmetrieaxe besitzen; dass dies selbstverständlich ist, haben wir schon oben erörtert.

Hieraus ergiebt sich, dass wir aus den bei allseitig gleichem Druck eintretenden Erscheinungen keine exacte Definition der gemeinhin sogenannten electrischen Axen abstrahiren können.

§ 6. Electrische Erregung eines Cylinders von beliebigem Querschnitt durch einseitige Compression und durch gleichförmige Biegung.

Für die in diesem und in dem folgenden Abschnitt zu behandelnden Probleme ist es vortheilhaft, ein mit dem Cylinder fest verbundenes Coordinatensystem X', Y', Z' zu benutzen und, wie die Coordinaten, so auch die auf dasselbe bezogenen Kräfte und verschiedenen physikalischen Constanten durch den obern Index auszuzeichnen. Der Coordinatenanfang falle vor der Deformation in den Schwerpunkt des Endquerschnittes $z' = 0$, die X'- und Y'-Axe in seine Hauptträgheitsaxen, also die Z'-Axe in die Längsaxe des Cylinders. Auf den Endquerschnitt $z' = l$ wirken äussere Kräfte, welche parallel der X'- und Y'-Axe verschwindende Gesammtcomponenten, parallel der Z'-Axe die Resultante Γ', um die X'-, Y'-, Z'-Axe resp. die Drehungsmomente Λ', M', N' ergeben.

Wirken dann, wie in der Ueberschrift dieses Abschnittes vorausgesetzt ist, nur die Zugkraft Γ' parallel der Längsaxe und die Momente M' und Λ' um die Queraxen, bezeichnet man mit $\varkappa_x$ und $\varkappa_y$ die Trägheitsradien des Querschnitts Q_z um die X'- und Y'-Axe, und setzt man kurz

$$\frac{1}{Q_z}\left(\Gamma' - \frac{\mathrm{M}' x'}{\varkappa_y^2} + \frac{\Lambda' y'}{\varkappa_x^2}\right) = K'_z$$

dann gelten für jeden beliebigen Querschnitt die Formeln[1])

29) $x'_x = s'_{13} K'_z,\ y'_y = s'_{23} K'_z,\ z'_z = s'_{33} K'_z,\ y'_z = s'_{43} K'_z,\ z'_x = s'_{53} K'_z,\ x'_y = s'_{63} K'_z.$

Für manche Anwendungen ist es bequem, die X'- oder Y'-Axe an Stelle der Z'-Axe zur Längsaxe des Stabes zu machen. Die hierfür gültigen Formeln erhält man durch cyclische Vertauschung der Buchstaben x, y, z, der Kräfte A', B', Γ', der Momente Λ', M', N', der Indices 1, 2, 3 und 4, 5, 6.

Z. B. wird dem Fall, dass die X'-Axe in die Längsrichtung fällt, entsprechen

$$\frac{1}{Q_x}\left(\mathrm{A}' - \frac{\mathrm{N}' y'}{\varkappa_z^2} + \frac{\mathrm{M}' z'}{\varkappa_y^2}\right) = K'_x$$

29') $x'_x = s'_{21} K'_x,\ y'_y = s'_{21} K'_x,\ \ldots\ ;$

dagegen dem Falle, dass die Y'-Axe in die Längsrichtung fällt:

$$\frac{1}{Q_y}\left(\mathrm{B}' - \frac{\Lambda' z'}{\varkappa_x^2} + \frac{\mathrm{N}' x'}{\varkappa_z^2}\right) = K'_y,$$

29'') $x'_x = s'_{12} K'_y,\ y'_y = s'_{22} K'_y,\ \ldots$

Das Einsetzen dieser Werthe in die Ausdrücke der Tabelle I giebt für alle Krystallgruppen die gesuchten Momente. —

Wir werden nun die beiden Gattungen mechanischer Einwirkung: Dehnung (oder einseitige Compression) und gleichförmige Biegung, getrennt behandeln.

Die erstere ist experimentell von hervorragender Wichtigkeit; man operirt bei der Beobachtung zumeist mit Druck- statt mit Zugkräften, und daher ist es bequem für Γ' einen negativen Werth einzusetzen. Ferner benutzt man zumeist Krystallpräparate in der Form rechteckiger

---

1) W. Voigt, Theoretische Studien über die Elasticitätsverhältnisse der Krystalle. Göttingen 1887 (auch im 34. Bd. d. Abh. d. K. G. d. W.) p. 64 u. f.

Prismen und lässt den Druck successive auf alle drei Flächenpaare wirken. Wir legen dieselben den Coordinatenebenen des $X'Y'Z'$-Systems parallel und setzen die auf die Flächeneinheit bezogenen Drucke allgemein:

$$-\frac{A'}{Q} = +p'_x, \quad -\frac{B'}{Q} = +p'_y, \quad -\frac{\Gamma'}{Q} = +p'_z. \qquad 30)$$

Aus den Formeln 29) folgt dann in den angedeuteten drei Fällen:

$$\begin{array}{ll} \alpha) & x'_x = -p'_x s'_{11}, \; y'_y = -p'_x s'_{12}, \; \dots \\ \beta) & x'_x = -p'_y s'_{21}, \; y'_y = -p'_y s'_{22}, \; \dots \\ \gamma) & x'_x = -p'_z s'_{31}, \; y'_y = -p'_z s'_{32}, \; \dots \end{array} \qquad 31)$$

Sämmtliche Deformationen sind constant und es gelten demgemäss die am Anfang des vorigen Abschnittes gemachten Bemerkungen bezüglich der Beobachtung der erregten Electricität auch hier. Lassen wir das System $X'Y'Z'$ mit dem System der Hauptaxen XYZ zusammenfallen, so erhalten wir durch Combination der Resultate der Tabellen I und III folgende Werthe für die Momente a, b, c, bei welchen die Druckrichtung durch einen Index angedeutet ist.

Tabelle V.

I. Gruppe 2).

$$a_x = -p_x \sum_h \varepsilon_{1h} s_{1h}, \quad b_x = -p_x \sum_h \varepsilon_{2h} s_{1h}, \quad c_x = -p_x \sum_h \varepsilon_{3h} s_{1h};$$

ebenso die übrigen.

II. Gruppe 4).

$$\begin{aligned} a_x &= b_x = 0, \; c_x = -p_x(\varepsilon_{31} s_{11} + \varepsilon_{32} s_{12} + \varepsilon_{33} s_{13} + \varepsilon_{36} s_{16}), \\ a_y &= b_y = 0, \; c_y = -p_y(\varepsilon_{31} s_{21} + \varepsilon_{32} s_{22} + \varepsilon_{33} s_{23} + \varepsilon_{36} s_{26}), \\ a_z &= b_z = 0, \; c_z = -p_z(\varepsilon_{31} s_{31} + \varepsilon_{32} s_{32} + \varepsilon_{33} s_{33} + \varepsilon_{36} s_{36}). \end{aligned}$$

Gruppe 5).

$$\begin{aligned} a_x &= -p_x(\varepsilon_{11} s_{11} + \varepsilon_{12} s_{12} + \varepsilon_{13} s_{13} + \varepsilon_{16} s_{16}), \; b_x = -p_x(\varepsilon_{21} s_{11} + \varepsilon_{22} s_{12} + \varepsilon_{23} s_{13} + \varepsilon_{26} s_{16}), \; c_x = 0; \\ a_y &= -p_y(\varepsilon_{11} s_{21} + \varepsilon_{12} s_{22} + \varepsilon_{13} s_{23} + \varepsilon_{16} s_{26}), \; b_y = -p_y(\varepsilon_{21} s_{21} + \varepsilon_{22} s_{22} + \varepsilon_{23} s_{23} + \varepsilon_{26} s_{26}), \; c_y = 0; \\ a_z &= -p_z(\varepsilon_{11} s_{31} + \varepsilon_{12} s_{32} + \varepsilon_{13} s_{33} + \varepsilon_{16} s_{36}), \; b_z = -p_z(\varepsilon_{21} s_{31} + \varepsilon_{22} s_{32} + \varepsilon_{23} s_{33} + \varepsilon_{26} s_{36}), \; c_z = 0. \end{aligned}$$

Die electrische Axe liegt im ersteren Falle in der Symmetrieaxe, im letzteren in der Symmetrieebene.

III. Gruppe 7).

$$a_x = b_x = 0,\ c_x = -p_x(\varepsilon_{31}s_{11} + \varepsilon_{32}s_{12} + \varepsilon_{33}s_{13});$$
$$a_y = b_y = 0,\ c_y = -p_y(\varepsilon_{31}s_{21} + \varepsilon_{32}s_{22} + \varepsilon_{33}s_{23});$$
$$a_z = b_z = 0,\ c_z = -p_z(\varepsilon_{31}s_{31} + \varepsilon_{32}s_{32} + \varepsilon_{33}s_{33}).$$

Die electrische Axe fällt hier stets in die Hauptaxe, die Grösse des erregten Momentes ist verschieden je nach der Richtung des ausgeübten Druckes.

Gruppe 8). $a = b = c = 0$, für p_x, p_y und p_z.

IV. Gruppe 10) und 13) giebt für p_x und p_y gleiche Resultate, nämlich:

$$a_x = b_x = 0,\ c_x = -p_x\big(\varepsilon_{31}(s_{11} + s_{12}) + \varepsilon_{33}s_{13}\big);\ \text{dazu}$$
$$a_z = b_z = 0,\ c_z = -p_z(2\varepsilon_{31}s_{31} + \varepsilon_{33}s_{33}).$$

Gruppe 11) und 14) giebt für p_x, p_y, p_z

$$a = b = c = 0.$$

Gruppe 15).

$$a_x = b_x = 0,\ c_x = -p_x\varepsilon_{31}(s_{11} - s_{12});$$
$$a_y = b_y = 0,\ c_y = +p_y\varepsilon_{31}(s_{11} - s_{12});$$
$$a_z = b_z = c_z = 0.$$

V. Gruppe 17) und 20).

$$a_x = b_x = 0,\ c_x = -p_x\big(\varepsilon_{31}(s_{11} + s_{12}) + \varepsilon_{33}s_{13}\big);$$
$$a_y = b_y = 0,\ c_y = -p_y\big(\varepsilon_{31}(s_{11} + s_{12}) + \varepsilon_{33}s_{13}\big);$$
$$a_z = b_z = 0,\ c_z = -p_z(2\varepsilon_{31}s_{31} + \varepsilon_{33}s_{33}).$$

Gruppe 18). $a = b = c = 0$ für p_x, p_y, p_z.

Gruppe 21).

$$a_x = -p_x\varepsilon_{11}(s_{11} - s_{12}),\ b_z = 0,\ c_x = 0;$$
$$a_y = +p_y\varepsilon_{11}(s_{11} - s_{12}),\ b_y = 0,\ c_y = 0;$$
$$a_z = b_z = c_z = 0.$$

Gruppe 22).

$$a_x = -p_x\varepsilon_{11}(s_{11} - s_{12}),\ b_x = +p_x\varepsilon_{22}(s_{11} - s_{12}),\ c_x = 0;$$
$$a_y = +p_y\varepsilon_{11}(s_{11} - s_{12}),\ b_y = -p_y\varepsilon_{22}(s_{11} - s_{12}),\ c_y = 0;$$
$$a_z = b_z = c_z = 0.$$

Gruppe 24).

$$a_x = 0,\ b_x = +p_x\big(\varepsilon_{22}(s_{11}-s_{12})-\varepsilon_{15}s_{14}\big),\ c_x = -p_x\big(\varepsilon_{31}(s_{11}+s_{12})+\varepsilon_{33}s_{13}\big);$$
$$a_y = 0,\ b_y = -p_y\big(\varepsilon_{22}(s_{11}-s_{12})-\varepsilon_{15}s_{14}\big),\ c_y = -p_y\big(\varepsilon_{31}(s_{11}+s_{12})+\varepsilon_{33}s_{13}\big);$$
$$a_z = b_z = 0,\ c_z = -p_z(2\varepsilon_{31}s_{31}+\varepsilon_{33}s_{33}).$$

Gruppe 25).

$$a_x = -p_x\big(\varepsilon_{11}(s_{11}-s_{12})+\varepsilon_{14}s_{14}\big),\ b_x = c_x = 0;$$
$$a_y = +p_y\big(\varepsilon_{11}(s_{11}-s_{12})+\varepsilon_{14}s_{14}\big),\ b_y = c_y = 0;$$
$$a_z = b_z = c_z = 0.$$

Gruppe 27).

$$a_x = -p_x\big(\varepsilon_{11}(s_{11}-s_{12})+\varepsilon_{14}s_{14}-\varepsilon_{15}s_{25}\big),\ b_x = +p_x\big(\varepsilon_{22}(s_{11}-s_{12})-\varepsilon_{15}s_{14}-\varepsilon_{14}s_{25}\big),$$
$$c_x = -p_x\big(\varepsilon_{31}(s_{11}+s_{12})+\varepsilon_{33}s_{13}\big);$$
$$a_y = +p_y\big(\varepsilon_{11}(s_{11}-s_{12})+\varepsilon_{14}s_{14}-\varepsilon_{15}s_{25}\big),\ b_y = -p_y\big(\varepsilon_{22}(s_{11}-s_{12})-\varepsilon_{15}s_{14}-\varepsilon_{14}s_{25}\big),$$
$$c_y = -p_y\big(\varepsilon_{31}(s_{11}+s_{12})+\varepsilon_{33}s_{13}\big);$$
$$a_z = b_z = 0,\ c_z = -p_z(2\varepsilon_{31}s_{31}+\varepsilon_{33}s_{33}).$$

VI. Gruppe 29) bis 32). $a = b = c = 0$ für p_x, p_y, p_z.

Von diesen Resultaten sind besonders die auf Gruppe 24) und 25) bezüglichen von Interesse, weil über das Verhalten eines wie vorausgesetzt orientirten Prismas von Turmalin und Quarz bei einseitigem Druck nicht nur qualitative, sondern auch quantitative Beobachtungen der Herren J. und P. Curie[1]) vorliegen.

Dieselben beziehen sich bei Turmalin auf die Electricitätsmengen oder die durch sie veranlassten Potentialänderungen, welche man erhält, wenn man die zur Hauptaxe normalen Flächen des betreffenden Prismas mit Zinnplatten armirt, eine derselben mit einem Electrometer, die andere mit der Erde in Verbindung bringt und darnach das Prisma parallel einer beliebigen Kante comprimirt.

Da die Belegungen auf den Flächen normal zur Z-Axe angebracht waren, so war also $\pm c$ die Dichte $\bar{\varepsilon}$ der Oberflächenschicht auf den $\pm$ Grundflächen; demgemäss wurde, jenachdem die eine oder die andere

1) J. und P. Curie, Journ. d. Phys. (2) **1**, p. 245, 1882.

Belegung mit dem Electrometer verbunden war, die Menge $\pm Q_z c$ an demselben wirksam und konnte in der Seite 35 und 36 beschriebenen Weise bestimmt werden.

Nach der Theorie sind diese Electricitäsmengen m_z in den drei Fällen, wo der Druck parallel der X, Y und Z-Axe ausgeübt wurde,

$$
32)\quad
\begin{aligned}
m_z &= \mathrm{A}\frac{Q_z}{Q_x}\left(\varepsilon_{31}(s_{11}+s_{12})+\varepsilon_{33}s_{13}\right),\\
m_z &= \mathrm{B}\frac{Q_z}{Q_y}\left(\varepsilon_{31}(s_{11}+s_{12})+\varepsilon_{33}s_{13}\right),\\
m_z &= \Gamma(2\varepsilon_{31}s_{31}+\varepsilon_{33}s_{33}).
\end{aligned}
$$

Diese Formeln zeigen zunächst, dass die entwickelte Electricitätsmenge bei gegebenen Gesammtdrucken unabhängig sein musste von der absoluten Grösse des Krystallprismas, dass sie, im Falle der Druck der Hauptaxe parallel wirkte, auch nicht von dem Verhältniss seiner Kanten abhängen konnte, dass dagegen, wenn die Kanten parallel den Coordinatenaxen mit α, β, γ bezeichnet werden, m_x mit α/γ und m_y mit β/γ proportional sein, und endlich, dass ein Druck parallel der X- und Y-Axe die gleiche Wirkung üben musste. Alles dies ist in genauer Uebereinstimmung mit der Beobachtung.

Einen numerischen Werth haben die Beobachter nur für den letzten der Klammerausdrücke in den Formeln (32) bestimmt, bezüglich des ersteren haben sie allein constatirt, dass er von demselben Vorzeichen ist, wie jener. Man kann, da für Turmalin s_{13} viel kleiner ist, als $(s_{11}+s_{12})$ und s_{33}, hieraus schliessen, dass ε_{31} und ε_{33} gleiches Vorzeichen haben werden, was immerhin für einige Anwendungen nützlich ist. Lässt man das »analoge« Ende des Krystalles in die $+Z$-Axe fallen, so ist ε_{31} und ε_{33} positiv. —

Noch überraschender als beim Turmalin ist die Uebereinstimmung der Theorie mit den Resultaten der Beobachtung am Quarz. Hier waren der Gegenstand der Messung die Electricitätsmengen, welche durch die Drucke A, B, Γ in den Belegungen der Endfläche normal zu einer Nebenaxe X hervorgerufen wurden. Die Theorie ergiebt hierfür:

$$\begin{aligned} m_x &= +\mathrm{A}\left(\varepsilon_{11}(s_{11}-s_{12})+\varepsilon_{14}s_{14}\right), \\ m_y &= -\mathrm{B}\frac{Q_x}{Q_y}\left(\varepsilon_{11}(s_{11}-s_{12})+\varepsilon_{14}s_{14}\right),\ m_z = 0. \end{aligned} \qquad 32')$$

Zu den schon oben aus den entsprechenden Formeln abgeleiteten Folgerungen kömmt hier noch besonders die, dass der Factor von A dem von $\mathrm{B}Q_x/Q_y$ entgegengesetzt gleich, der von Γ aber stets Null ist. Bei gleichen Dimensionen a muss geben also gleiche Drucke parallel der X- und Y-Axe entgegengesetzt gleiche Electricitätsmengen, Drucke parallel der Z-Axe dagegen überhaupt keine electrische Erregung.

Dies ist aber das empirische Resultat der Herren J. und P. Curie. —

Für weitere Prüfungen der Theorie wäre es besonders erwünscht, systematische quantitative Bestimmungen mit anders, als parallel den Hauptaxen orientirten Prismen vorzunehmen. Allerdings sind die hierfür geltenden Formeln im Allgemeinen recht complicirt, indessen lassen sich specielle Fälle angeben, wo sie einigermassen übersichtlich werden.

Man verfährt am besten so, dass man zunächst die auf die Hauptaxen bezogenen Deformationen $x_x, \ldots$ bei beliebiger Druckrichtung bestimmt und mit ihrer Hülfe die auf dieselben Axen bezogenen Momente a, b, c berechnet, nach den Formeln (4') finden sich dann leicht die Momente a', b', c' nach den beliebigen Axen X', Y', Z'.

Ist die Druckrichtung die Z'-Axe des wie in (4) definirten $X'Y'Z'$-Systems, so findet sich das System der Deformationen:

$$\begin{aligned} x_x &= -p'_z(s_{11}\gamma_1^2+s_{12}\gamma_2^2+s_{13}\gamma_3^2+s_{14}\gamma_2\gamma_3+s_{15}\gamma_3\gamma_1+s_{16}\gamma_1\gamma_2), \\ &- - - - - - - - - - - - - \\ x_y &= -p'_z(s_{61}\gamma_1^2+s_{62}\gamma_2^2+s_{63}\gamma_3^2+s_{64}\gamma_2\gamma_3+s_{65}\gamma_3\gamma_1+s_{66}\gamma_1\gamma_2). \end{aligned} \qquad 33)$$

Diese Werthe sind in die Ausdrücke der Tabelle I einzusetzen, um a, b, c zu erhalten.

Für die Gruppe (25) (Quarz) erhält man insbesondere, indem man zugleich das System der hier allein von Null verschiedenen s_{hk} nach Seite 30 berücksichtigt, die folgenden Momente a, b, c nach den Hauptaxen.

34) $$a = -p'_z\left[\left(\varepsilon_{11}(s_{11}-s_{12})+\varepsilon_{14}s_{14}\right)(\gamma_1^2-\gamma_2^2)+(2\varepsilon_{11}s_{14}+\varepsilon_{14}s_{44})\gamma_2\gamma_3\right],$$
$$b = +p'_z\left[(2\varepsilon_{11}s_{14}+\varepsilon_{14}s_{44})\gamma_1\gamma_3+\left(\varepsilon_{11}(s_{11}-s_{12})+\varepsilon_{14}s_{14}\right)2\gamma_1\gamma_2\right],\quad c = 0.$$

Wir wollen, um übersichtliche Formeln zu erhalten, nun die Druckrichtung Z' successive in jede der drei Coordinatenebenen und die X'-Axe zugleich normal dazu legen. Es ergeben sich dann folgende Resultate:

1) Druckrichtung in der YZ-Ebene;

$$\alpha_1 = 1,\ \alpha_2 = \alpha_3 = \beta_1 = \gamma_1 = 0,\ \beta_2 = \gamma_3,\ \beta_3 = -\gamma_2,\ \gamma_2^2+\gamma_3^2 = 1;$$
$$a' = a,\quad b' = b\gamma_3 - c\gamma_2,\quad c' = b\gamma_2 + c\gamma_3.$$

35') $$a' = +p'_z\left[\left(\varepsilon_{11}(s_{11}-s_{12})+\varepsilon_{14}s_{14}\right)\gamma_2^2-(2\varepsilon_{11}s_{14}+\varepsilon_{14}s_{44})\gamma_2\gamma_3\right],$$
$$b' = c' = 0.$$

2) Druckrichtung in der ZX-Ebene;

$$\alpha_2 = 1,\ \alpha_3 = \alpha_1 = \beta_2 = \gamma_2 = 0,\ \beta_3 = \gamma_1,\ \beta_1 = -\gamma_3,\ \gamma_3^2+\gamma_1^2 = 1;$$
$$a' = b,\ b' = c\gamma_1 - a\gamma_3,\ c' = a\gamma_1 + c\gamma_3.$$

$$a' = +p'_z[\varepsilon_{14}s_{44}+2\varepsilon_{11}s_{14}]\gamma_1\gamma_3,$$
35'') $$b' = +p'_z[\varepsilon_{11}(s_{11}-s_{12})+\varepsilon_{14}s_{14}]\gamma_1^2\gamma_3,$$
$$c' = -p'_z[\varepsilon_{11}(s_{11}-s_{12})+\varepsilon_{14}s_{14}]\gamma_1^3$$

3) Druckrichtung in der XY-Ebene;

$$\alpha_3 = 1,\ \alpha_1 = \alpha_2 = \beta_3 = \gamma_3 = 0,\ \beta_1 = \gamma_2,\ \beta_2 = -\gamma_1,\ \gamma_1^2+\gamma_2^2 = 1;$$
$$a' = c,\ b' = a\gamma_2 - b\gamma_1,\ c' = a\gamma_1 + b\gamma_2.$$

35''') $$a' = 0,\ b' = -p'_z[\varepsilon_{11}(s_{11}-s_{12})+\varepsilon_{14}s_{14}]\gamma_2(3\gamma_1^2-\gamma_2^2),$$
$$c' = +p'_z[\varepsilon_{11}(s_{11}-s_{12})+\varepsilon_{14}s_{14}]\gamma_1(3\gamma_2^2-\gamma_1^2).$$

Die letzten Werthe sind von besonderer Einfachheit. Nennt man nämlich φ den Winkel zwischen der Druckrichtung und der X-Axe (welche eine der krystallographischen Nebenaxen und der electrischen Hauptrichtungen ist), setzt also $\gamma_1 = \cos\varphi$, $\gamma_2 = \sin\varphi$, und bezeichnet man die Klammer kurz mit C, so ergeben die letzten drei Formeln

$$a' = 0,\quad b' = -p'_z C\sin 3\varphi,\quad c' = -p'_z C\cos 3\varphi.$$

Dies Resultat entspricht natürlich genau den Symmetrieverhältnissen

der Gruppe und es finden die drei Maxima von c' und die Minima von b' dann statt, wenn die Druckrichtung in einer der drei electrischen Nebenaxen liegt.

Was das numerische Gesetz angeht, so liegt eine Beobachtung von Herrn Czermak[1]) vor, welche seine Prüfung gestattet.

Herr Czermak hat bei zwei Platten von Quarz die Potentiale gemessen, welche in der einen der auf den gedrückten Flächen angebrachten Belegungen durch verschiedene Drucke erregt wurden, wenn die zweite zur Erde abgeleitet war. Die eine Platte war nahe parallel unserm XYZ-System orientirt, die andere sollte um einen Winkel von 15° um die Z-Axe gegen diese Orientirung gedreht sein. Hiebei hätten die beiden Flächenpaare parallel der Z-Axe eine gleiche Ladung annehmen müssen, wenn man den Druck normal zu ihnen ausübte; denn vertauscht man φ mit $\varphi + 90^0$, so erhält man resp.

$$c'_\varphi = -p'_z C \cos 3\varphi, \qquad c'_{\varphi+90} = -p'_z C \sin 3\varphi$$

und diese Werthe sind für $\varphi = 15^0$ gleich. Indessen ergab die Beobachtung bei drei verschiedenen Drucken p_1, p_2, p_3 für die beiden Flächenpaare resp. folgende electrische Spannungen:

	p_1	p_2	p_3	
φ	4,09	6,59	7,92	Volt,
$\varphi + 90^0$	2,91	4,65	5,54	„ .

Dieselben geben die Verhältnisse

1,406	1,417	1,430,

im Mittel 1,418, und diese Zahl gestattet die Bestimmung der wahren Orientirung, wie dies auch Herr Czermak bemerkt, aber nach einer nicht zu rechtfertigenden Formel ausgeführt hat. Nach unserer Theorie muss

$$1{,}418 = ctg\, 3\varphi$$

sein, d. h.

$$3\varphi = 35^0\, 11', \quad \varphi = 11^0\, 43'.$$

1) P. Czermak, Wien. Ber. 96, p. 1217, 1887.

Benutzt man diesen Werth, sowie das Resultat, dass für die erste nach $\varphi = 0$ orientirte Platte bei den gleichen Drucken resp. die Werthe

	p_1	p_2	p_3
0°	4,88	7,96	9,48 Volt

beobachtet waren, und berücksichtigt, dass diese Zahlen, richtige Orientierung vorausgesetzt, resp. gleich $p_1 C$, $p_2 C$ und $p_3 C$ sein müssen, so erhält man die folgenden berechneten Werthe für die zweite Platte in den beiden Positionen:

φ	4,00	6,50	7,75 Volt,
$\varphi + 90°$	2,81	4,58	5,46 „

Die Uebereinstimmung mit den direct beobachteten Werthen ist gewiss sehr befriedigend, um so mehr, wenn man bedenkt, dass Fehlerquellen jederzeit dahin wirken werden, die höhere Potentiale mehr zu verkleinern, als die niedrigen. —

Besonders übersichtlich werden die allgemeinen Formeln für diejenigen Gruppen, bei welchen die Momente die einfache Form

$$a = \varepsilon_{14} y_z, \quad b = \varepsilon_{25} z_x, \quad c = \varepsilon_{36} x_y$$

annehmen, nämlich für Gruppe 8), der sich 11), 14), 18), 29) und 32) als speciellere unterordnen. Berücksichtigt man die Werthe der s_{hk} nach Seite 29 u. f., so erhält man leicht

$$a = -p'_z \varepsilon_{14} s_{44} \gamma_2 \gamma_3, \quad b = -p'_z \varepsilon_{25} s_{55} \gamma_3 \gamma_1, \quad c = -p'_z \varepsilon_{36} s_{66} \gamma_1 \gamma_2,$$

und hieraus folgt

$$a' = -p'_z(\varepsilon_{14} s_{44} \alpha_1 \gamma_2 \gamma_3 + \varepsilon_{25} s_{55} \alpha_2 \gamma_3 \gamma_1 + \varepsilon_{36} s_{66} \alpha_3 \gamma_1 \gamma_2),$$
$$b' = -p'_z(\varepsilon_{14} s_{44} \beta_1 \gamma_2 \gamma_3 + \varepsilon_{25} s_{55} \beta_2 \gamma_3 \gamma_1 + \varepsilon_{36} s_{66} \beta_3 \gamma_1 \gamma_2),$$
$$c' = -p'_z(\varepsilon_{14} s_{44} + \varepsilon_{25} s_{55} + \varepsilon_{36} s_{66}) \gamma_1 \gamma_2 \gamma_3.$$

Diese Formeln legen eine andere Definition der electrischen Hauptrichtungen nahe, als oben Seite 19 angewandt worden ist. Man könnte nämlich diejenigen Richtungen mit dem gedachten Namen bezeichnen, parallel denen geschnitten ein Cylinder durch longitudinalen Druck kein transversales Moment erhält.

Diese Definition würde in unserem Falle zu den beiden Bedingungen führen

$$\varepsilon_{14} s_{44} \alpha_1 \gamma_2 \gamma_3 + \varepsilon_{25} s_{55} \alpha_2 \gamma_3 \gamma_1 + \varepsilon_{36} s_{66} \alpha_3 \gamma_1 \gamma_2 = 0,$$
$$\varepsilon_{14} s_{44} \beta_1 \gamma_2 \gamma_3 + \varepsilon_{25} s_{55} \beta_2 \gamma_3 \gamma_1 + \varepsilon_{36} s_{66} \beta_3 \gamma_1 \gamma_2 = 0,$$

welche im Allgemeinen nicht durch dieselben Werthe γ_h erfüllt werden, wie die Gleichungen (16), welche der früheren Definition entsprechen; für das reguläre System führen natürlich beide zu demselben Resultat, da hier die Octaëdernormalen geometrisch ausgezeichnete Richtungen sind.

Wenn indessen auch die neue Definition anschaulicher ist, als die frühere, so scheint mir jene doch principiell um deswillen vorzuziehen, weil sie nur die Werthe der piëzoelectrischen Constanten benutzt, während diese noch die Werthe der Elasticitätsmoduln heranzieht. —

Wir wenden uns nunmehr zur Behandlung der electrischen Erregung eines krystallinischen Cylinders durch gleichförmige Biegung.

Liegt wieder die Z'-Richtung in der Cylinderaxe und findet die Biegung statt in Folge eines Momentes Δ um eine zu Z' senkrechte Axe, welches um die beiden Hauptträgheitsaxen des Querschnittes Q_z, die zur X'- und Y'-Axe gewählt sind, die Componenten Λ' und M' ergiebt, so ist nach (29)

$$x'_x = \frac{s_{13}}{Q_z}\left(\frac{\Lambda' y'}{\varkappa_x^2} - \frac{\mathrm{M}' x'}{\varkappa_y^2}\right),\ y'_y = \frac{s_{23}}{Q_z}\left(\frac{\Lambda' y'}{\varkappa_x^2} - \frac{\mathrm{M}' x'}{\varkappa_y^2}\right),\ z'_z = \frac{s_{33}}{Q_z}\left(\frac{\Lambda' y'}{\varkappa_x^2} - \frac{\mathrm{M}' x'}{\varkappa_y^2}\right),$$
$$y'_z = \frac{s_{43}}{Q_z}\left(\frac{\Lambda' y'}{\varkappa_x^2} - \frac{\mathrm{M}' x'}{\varkappa_y^2}\right),\ z'_x = \frac{s_{53}}{Q_z}\left(\frac{\Lambda' y'}{\varkappa_x^2} - \frac{\mathrm{M}' x'}{\varkappa_y^2}\right),\ x'_y = \frac{s_{63}}{Q_z}\left(\frac{\Lambda' y'}{\varkappa_x^2} - \frac{\mathrm{M}' x'}{\varkappa_y^2}\right).$$

Diese Formeln sind den in (31 γ) aufgestellten sehr ähnlich, es sind also auch die Werthe der Tabelle V sofort für unsern Fall zu benutzen, wenn man nur

$$-p'_z \text{ mit } \frac{1}{Q_z}\left(\frac{\Lambda' y'}{\varkappa_x^2} - \frac{\mathrm{M}' x'}{\varkappa_y^2}\right)$$

und $-p'_x$, $-p'_y$ mit den analogen Gliedern vertauscht.

Characteristisch ist in den so erhaltenen Resultaten, das die Momente a_z, b_z, c_z z. B. nicht constant, sondern lineäre Funktionen der Coordinaten sind, und alle diesseits und jenseits derselben durch den

Schwerpunkt des Querschnittes gehenden und nur von der Gestalt des Querschnittes und der Lage der Drehungsaxe abhängigen Geraden G, deren Gleichung lautet

$$\frac{\Lambda' y'}{\varkappa_z^2} = \frac{\mathrm{M}' x'}{\varkappa_y^2},$$

entgegengesetzt gleiche Werthe besitzen.

Hieraus folgt, dass bei gleichförmiger Biegung die aequivalente electrische Dichte ε im Innern constant und bei centrisch symmetrischen Querschnitten die aequivalente Oberflächendichte $\bar{\varepsilon}$ an diametral gegenüberliegenden Punkten nach Vorzeichen und Grösse identisch ist. Allgemein ist $\bar{\varepsilon}$ von entgegengesetztem Vorzeichen als ε an allen denjenigen Stellen des Umfangs, wo die äussere Normale von der Geraden G hinwegweist, von gleichem, wo sie nach G hinweist. Wir erhalten also hier den interessanten Fall, dass durch Deformation ein Cylinder im ganzen Innern mit der einen, auf der ganzen Mantelfläche mit der entgegengesetzten Electricität geladen werden kann.

Für die Praxis sind diese Resultate vielleicht deshalb nicht unwichtig, weil man bei Krystallstäben eine Biegung verhältnissmässig noch leichter hervorbringen kann, als einseitige Dehnung oder Compression.

Als ein Beispiel sei behandelt ein Krystall der Gruppe (24) (Turmalin.)

Biegt man ein rechteckiges Prisma, dessen Länge der X-Axe parallel ist, durch ein Moment um die Y-Axe, so kömmt

$$36') \quad a_x = 0, \quad b_x = + \frac{\mathrm{M} z}{\varkappa_y^2 Q_x} \left(\varepsilon_{22}(s_{11} - s_{12}) - \varepsilon_{15} s_{14}\right), \quad c_x = - \frac{\mathrm{M} z}{\varkappa_y^2 Q_x} \left(\varepsilon_{31}(s_{11} + s_{12}) + \varepsilon_{33} s_{13}\right).$$

Biegt man um die Z-Axe, so kömmt

$$36'') \quad a_x = 0, \quad b_x = - \frac{\mathrm{N} y}{\varkappa_z^2 Q_x} \left(\varepsilon_{22}(s_{11} - s_{12}) - \varepsilon_{15} s_{14}\right), \quad c_x = + \frac{\mathrm{N} y}{\varkappa_z^2 Q_x} \left(\varepsilon_{31}(s_{11} + s_{12}) + \varepsilon_{33} s_{13}\right).$$

Im letzteren Falle würde also, vorausgesetzt, dass die erste Klammer positiv ist, auf der Seite $+Y$ ein negatives, auf der Seite $-Y$ ein positives Moment b_x entstehen, sodass das gebogene Prisma auf den beiden gekrümmten Flächen eine negative Dichte $\bar{\varepsilon}$ erhalten würde; Analoges gilt im ersteren Falle.

§ 7. Electrische Erregung eines elliptischen Cylinders durch Drillung um seine Axe.

Für die Entwickelung der Werthe der Momente, die in einem gedrillten elliptischen Cylinder auftreten, benutzen wir dasselbe $X'Y'Z'$-System, das uns im vorigen Abschnitt diente. Die Z'-Axe sei die Cylinderaxe, die X'- und Y'- falle in die Axen der Querschnittsellipse, deren Gleichung ist:

$$\left(\frac{x'}{\alpha}\right)^2+\left(\frac{y'}{\beta}\right)^2 = 1. \qquad 37^0)$$

Den Querschnitt bezeichnen wir wieder mit Q_z, das wirkende Moment mit N'. Dann haben, wie ich früher gezeigt habe[1]), die Deformationen folgende Werthe:

$$\begin{aligned} x'_x &= \frac{2N'}{Q_z}\left(\frac{x's'_{14}}{\alpha^2}-\frac{y's'_{15}}{\beta^2}\right), \quad y'_y = \frac{2N'}{Q_z}\left(\frac{x's'_{24}}{\alpha^2}-\frac{y's'_{25}}{\beta^2}\right), \quad z'_z = \frac{2N'}{Q_z}\left(\frac{x's'_{34}}{\alpha^2}-\frac{y's'_{35}}{\beta^2}\right), \\ y'_z &= \frac{2N'}{Q_z}\left(\frac{x's'_{44}}{\alpha^2}-\frac{y's'_{45}}{\beta^2}\right), \quad z'_x = \frac{2N'}{Q_z}\left(\frac{x's'_{54}}{\alpha^2}-\frac{y's'_{55}}{\beta^2}\right), \quad x'_y = \frac{2N'}{Q_z}\left(\frac{x's'_{64}}{\alpha^2}-\frac{y's'_{65}}{\beta^2}\right). \end{aligned} \qquad 37)$$

Fällt die Cylinderaxe in die X'- oder Y'-Richtung und liegen die Ellipsenaxen β, γ resp. γ, α in den Y'-, Z'- oder Z'-, X'-Axen, so gelten Formeln, die aus den obigen durch cyclische Vertauschung folgen; z. B. für den Fall der Drillung um die X'-Axe:

$$x'_x = \frac{2\Lambda'}{Q_x}\left(\frac{y's'_{15}}{\beta^2}-\frac{z's'_{16}}{\gamma^2}\right), \ldots \qquad 37')$$

für die Drillung um die Y'-Axe:

$$x'_x = \frac{2M'}{Q_y}\left(\frac{z's'_{16}}{\gamma^2}-\frac{x's'_{14}}{\alpha^2}\right), \ldots \qquad 37'')$$

Mit Hülfe dieser Werthe lassen sich nach (5) zunächst die auf die Hauptaxen X, Y, Z bezogenen Deformationen $x_x, \ldots$ und aus diesen nach Tabelle I die electrischen Momente a, b, c berechnen.

1) W. Voigt, theor. Studien p. 71 u. f.

Wiederum sind die Ausdrücke für die Momente besonders einfach, wenn die Drillung um eine der Hauptaxen X, Y, Z stattfindet, und es möge das System der hier geltenden Werthe im Folgenden zusammengestellt werden. Der Index an den a, b, c bezeichne die Lage der Drillungsaxe. Der Abkürzung wegen ist indess bei den complicirtesten Gruppen nur je eine Lage der Drillungsaxe benutzt, die nach Symmetrie besonders ausgezeichnet ist.

Tabelle VI.

I. Gruppe 2).

$$a_x = \frac{2\Lambda}{Q_x}\left[\frac{y}{\beta^2}\sum_h \varepsilon_{1h} s_{h5} - \frac{z}{\gamma^2}\sum_h \varepsilon_{1h} s_{h6}\right], \qquad b_x = \frac{2\Lambda}{Q_x}\left[\frac{y}{\beta^2}\sum_h \varepsilon_{2h} s_{h5} - \frac{z}{\gamma^2}\sum_h \varepsilon_{2h} s_{h6}\right],$$

$$c_x = \frac{2\Lambda}{Q_x}\left[\frac{y}{\beta^2}\sum_h \varepsilon_{3h} s_{h5} - \frac{z}{\gamma^2}\sum_h \varepsilon_{3h} s_{h6}\right],$$

ebenso die übrigen.

II. Gruppe 4).

$$a_z = \frac{2N}{Q_z}\left[\frac{x}{\alpha^2}(\varepsilon_{14} s_{44} + \varepsilon_{15} s_{54}) - \frac{y}{\beta^2}(\varepsilon_{14} s_{45} + \varepsilon_{15} s_{55})\right],$$

$$b_z = \frac{2N}{Q_z}\left[\frac{x}{\alpha^2}(\varepsilon_{24} s_{44} + \varepsilon_{25} s_{54}) - \frac{y}{\beta^2}(\varepsilon_{24} s_{45} + \varepsilon_{25} s_{55})\right], \quad c_z = 0.$$

Gruppe 5).

$$a_x = -\frac{2\Lambda z}{Q_x \gamma^2}(\varepsilon_{11} s_{16} + \varepsilon_{12} s_{26} + \varepsilon_{13} s_{36} + \varepsilon_{16} s_{66}),$$

$$b_x = -\frac{2\Lambda z}{Q_x \gamma^2}(\varepsilon_{21} s_{16} + \varepsilon_{22} s_{26} + \varepsilon_{23} s_{36} + \varepsilon_{26} s_{66}),$$

$$c_x = +\frac{2\Lambda y}{Q_x \beta^2}(\varepsilon_{34} s_{45} + \varepsilon_{35} s_{55}).$$

III. Gruppe 7) und 8).

$$a_x = +\frac{2\Lambda y}{Q_x \beta^2}\varepsilon_{15} s_{55}, \quad b_x = 0, \quad c_x = -\frac{2\Lambda z}{Q_x \gamma^2}\varepsilon_{36} s_{66};$$

$$a_y = 0, \quad b_y = -\frac{2Mx}{Q_y \alpha^2}\varepsilon_{24} s_{44}, \quad c_y = +\frac{2Mz}{Q_y \gamma^2}\varepsilon_{36} s_{66};$$

$$a_z = -\frac{2Ny}{Q_z \beta^2}\varepsilon_{15} s_{55}, \quad b_z = +\frac{2Nx}{Q_z \alpha^2}\varepsilon_{24} s_{44}, \quad c_z = 0.$$

IV. Gruppe 10).

$$a_x = \frac{2\Lambda y}{Q_x\beta^2}\varepsilon_{15}s_{44}, \quad b_x = 0, \quad c_x = 0;$$

$$a_y = 0, \quad b_y = -\frac{2\mathrm{M}x}{Q_y\alpha^2}\varepsilon_{15}s_{44}, \quad c_y = 0;$$

$$a_z = -\frac{2\mathrm{N}y}{Q_z\beta^2}\varepsilon_{15}s_{44}, \quad b_z = +\frac{2\mathrm{N}x}{Q_z\alpha^2}\varepsilon_{15}s_{44}, \quad c_z = 0.$$

Gruppe 11).

$$a_x = 0, \ b_x = -\frac{2\Lambda y}{Q_x\beta^2}\varepsilon_{14}s_{44}, \ c_x = 0;$$

$$a_y = -\frac{2\mathrm{M}x}{Q_y\alpha^2}\varepsilon_{14}s_{44}, \ b_y = 0, \ c_y = 0;$$

$$a_z = +\frac{2\mathrm{N}x}{Q_z\alpha^2}\varepsilon_{14}s_{44}, \ b_z = +\frac{2\mathrm{N}y}{Q_z\beta^2}\varepsilon_{14}s_{44}, \ c_z = 0.$$

Gruppe 13).

$$a_x = +\frac{2\Lambda y}{Q_x\beta^2}\varepsilon_{15}s_{44}, \ b_x = -\frac{2\Lambda y}{Q_x\beta^2}\varepsilon_{14}s_{44}, \ c_x = 0;$$

$$a_y = -\frac{2\mathrm{M}x}{Q_y\alpha^2}\varepsilon_{14}s_{44}, \ b_y = -\frac{2\mathrm{M}x}{Q_y\alpha^2}\varepsilon_{15}s_{44}, \ c_y = 0;$$

$$a_z = +\frac{2\mathrm{N}s_{44}}{Q_z}\left(\frac{x\varepsilon_{14}}{\alpha^2} - \frac{y\varepsilon_{15}}{\beta^2}\right), \ b_z = +\frac{2\mathrm{N}s_{44}}{Q_z}\left(\frac{x\varepsilon_{15}}{\alpha^2} + \frac{y\varepsilon_{14}}{\beta^2}\right), \ c_z = 0.$$

Gruppe 14).

$$a_x = 0, \ b_x = \frac{2\Lambda y}{Q_x\beta^2}\varepsilon_{14}s_{44}, \ c_x = -\frac{2\Lambda z}{Q_x\gamma^2}\varepsilon_{36}s_{66};$$

$$a_y = -\frac{2\mathrm{M}x}{Q_y\alpha^2}\varepsilon_{14}s_{44}, \ b_y = 0, \ c_y = +\frac{2\mathrm{M}z}{Q_y\gamma^2}\varepsilon_{36}s_{66};$$

$$a_z = +\frac{2\mathrm{N}x}{Q_z\alpha^2}\varepsilon_{14}s_{44}, \ b_z = -\frac{2\mathrm{N}y}{Q_z\beta^2}\varepsilon_{14}s_{44}, \ c_z = 0.$$

Gruppe 15).

$$a_x = +\frac{2\Lambda y}{Q_x\beta^2}\varepsilon_{15}s_{44}, \ b_x = +\frac{2\Lambda y}{Q_x\beta^2}\varepsilon_{14}s_{44}, \ c_x = -\frac{2\Lambda z}{Q_x\gamma^2}(2\varepsilon_{31}s_{16} + \varepsilon_{36}s_{66});$$

$$a_y = -\frac{2\mathrm{M}x}{Q_y\alpha^2}\varepsilon_{14}s_{44}, \ b_y = +\frac{2\mathrm{M}x}{Q_y\alpha^2}\varepsilon_{15}s_{44}, \ c_y = +\frac{2\mathrm{M}z}{Q_y\gamma^2}(2\varepsilon_{31}s_{16} + \varepsilon_{36}s_{66});$$

$$a_z = +\frac{2\mathrm{N}s_{44}}{Q_z}\left(\frac{x\varepsilon_{14}}{\alpha^2} - \frac{y\varepsilon_{15}}{\beta^2}\right), \ b_z = -\frac{2\mathrm{N}s_{44}}{Q_z}\left(\frac{x\varepsilon_{15}}{\alpha^2} + \frac{y\varepsilon_{14}}{\beta^2}\right), \ c_z = 0.$$

V. Gruppe 17) wie 10).
Gruppe 18) wie 11).
Gruppe 20) wie 13).
Gruppe 21).

$$a_x = 0,\ b_x = +\frac{4\Lambda z}{Q_x\gamma^2}\varepsilon_{11}(s_{11}-s_{12}),\ c_x = 0;$$

$$a_y = 0,\ b_y = -\frac{4\mathrm{M}z}{Q_y\gamma^2}\varepsilon_{11}(s_{11}-s_{12}),\ c_y = 0;$$

$$a_z = b_z = c_z = 0.$$

Gruppe 22).

$$a_x = -\frac{4\Lambda z}{Q_x\gamma^2}\varepsilon_{22}(s_{11}-s_{12}),\ b_x = -\frac{4\Lambda z}{Q_x\gamma^2}\varepsilon_{11}(s_{11}-s_{12}),\ c_x = 0.$$

$$a_z = b_z = c_z = 0.$$

Gruppe 24).

$$a_x = +\frac{2\Lambda}{Q_x}\left(\frac{y}{\beta^2}(\varepsilon_{15}s_{44}-2\varepsilon_{22}s_{14})-\frac{2z}{\gamma^2}\left(\varepsilon_{15}s_{14}-\varepsilon_{22}(s_{11}-s_{12})\right)\right),\ b_x = c_x = 0;$$

$$a_y = +\frac{4\mathrm{M}z}{Q_y\gamma^2}\left(\varepsilon_{15}s_{14}-\varepsilon_{22}(s_{11}-s_{12})\right),\ b_y = -\frac{2\mathrm{M}x}{Q_y\alpha^2}(\varepsilon_{15}s_{44}-2\varepsilon_{22}s_{14}),\ c_y = 0;$$

$$a_z = -\frac{2\mathrm{N}y}{Q_z\beta^2}(\varepsilon_{15}s_{44}-2\varepsilon_{22}s_{14}),\ b_z = +\frac{2\mathrm{N}x}{Q_z\alpha^2}(\varepsilon_{15}s_{44}-2\varepsilon_{22}s_{14}),\ c_z = 0.$$

Gruppe 25).

$$a_x = 0,\ b_x = -\frac{2\Lambda}{Q_x}\left(\frac{y}{\beta^2}(2\varepsilon_{11}s_{14}+\varepsilon_{14}s_{44})-\frac{2z}{\gamma^2}\left(\varepsilon_{14}s_{44}+\varepsilon_{11}(s_{11}-s_{12})\right)\right),\ c_x = 0;$$

$$a_y = -\frac{2\mathrm{M}x}{Q_y\alpha^2}(2\varepsilon_{11}s_{14}+\varepsilon_{14}s_{44}),\ b_y = -\frac{4\mathrm{M}z}{Q_y\gamma^2}\left(\varepsilon_{14}s_{14}+\varepsilon_{11}(s_{11}-s_{12})\right),\ c_y = 0;$$

$$a_z = +\frac{2\mathrm{N}x}{Q_z\alpha^2}(2\varepsilon_{11}s_{14}+\varepsilon_{14}s_{44}),\ b_z = +\frac{2\mathrm{N}y}{Q_z\beta^2}(2\varepsilon_{11}s_{14}+\varepsilon_{14}s_{44}),\ c_z = 0.$$

Gruppe 27).

$$a_z = +\frac{2\mathrm{N}}{Q_z}\left(\frac{x}{\alpha^2}(2\varepsilon_{11}s_{14}+\varepsilon_{14}s_{44}-2\varepsilon_{22}s_{25})+\frac{y}{\beta^2}(2\varepsilon_{11}s_{25}-\varepsilon_{15}s_{44}+2\varepsilon_{22}s_{14})\right),$$

$$b_z = -\frac{2\mathrm{N}}{Q_z}\left(\frac{x}{\alpha^2}(2\varepsilon_{11}s_{25}-\varepsilon_{15}s_{44}+2\varepsilon_{22}s_{14})-\frac{y}{\beta^2}(2\varepsilon_{11}s_{14}+\varepsilon_{14}s_{44}-2\varepsilon_{22}s_{25})\right),$$

$$c_z = 0.$$

VI. Gruppe 29) und 32).

$$a_s = +\frac{2Nx}{Q_s\alpha^2}\varepsilon_{14}s_{44}, \quad b_s = -\frac{2Ny}{Q_s\beta^2}\varepsilon_{14}s_{44}, \quad c_s = 0.$$

Allen vorstehenden Formeln ist gemeinsam, dass sie die electrischen Momente als lineäre Functionen nur der Coordinaten senkrecht zur Längsaxe, die wir kurz die Quercoordinaten nennen wollen, ergeben. Hieraus folgt, dass, wie bei der gleichförmigen Biegung allgemein, so bei der Drillung eines elliptischen Cylinders die erregte innere Dichte ε constant ist und die Oberflächendichte $\bar{\varepsilon}$ auf der Mantelfläche unter Umständen durchweg das entgegengesetzte Vorzeichen haben kann wie ε.

Für die Art der electrischen Erregung treten uns sechs einfachste Typen entgegen. Um sie kurz zu characterisiren ist es nützlich sie auf das frühere $X'Y'Z'$-Axensystem, die Z'- als Cylinderaxe, zu beziehen; zugleich mag daran erinnert werden, dass für die der Ellipse (37⁰) ähnlichen und gleichgelegenen von der Gleichung

$$\frac{x'^2}{\alpha^2}+\frac{y'^2}{\beta^2}=k \tag{38}$$

die bekannten und ohne Erläuterung verständlichen Beziehungen gelten:

$$\frac{x'}{\alpha^2}:\frac{y'}{\beta^2} = \cos(n,x'):\cos(n,y') = -\cos(s,y'):\cos(s,x'); \tag{38'}$$

ebenso für die Hyperbeln

$$\frac{x'^2}{\alpha^2}-\frac{y'^2}{\beta^2}=k' \tag{39}$$

auch:

$$\frac{x'}{\alpha^2}:-\frac{y'}{\beta^2} = \cos(n',x'):\cos(n',y') = -\cos(s',y'):\cos(s',x'). \tag{39'}$$

1. Typus. $\quad a_s':b_s' = \frac{x'}{\alpha^2}:\frac{y'}{\beta^2} = \cos(n,x'):\cos(n,y'); \quad c_s' = 0.$

Die electrischen Axen stehen allenthalben normal zu den zum Umfang des Querschnitts ähnlichen Ellipsen; die Stärke des Gesammtmomentes ist in jedem Punkt proportional mit der Fläche, welche die hindurchgelegte ähnliche Ellipse begrenzt, und indirect proportional mit

der Länge des Lotes vom Centrum auf die durch die Stelle construirte Tangente. Gleiches gilt von der Oberflächendichte $\bar{\varepsilon}$, die hier dem Gesammtmoment in der Oberfläche gleich ist.

Diese Art der Electrisirung findet sich bei einem Cylinder parallel der Hauptaxe in den Gruppen 11), 18) und 25) (Quarz).

2. Typus. $a'_s : b'_s = -\frac{y'}{\beta^2} : \frac{x'}{\alpha^2} = \cos(s, x') : \cos(s, y'), \quad c'_s = 0.$

Die electrischen Axen liegen hier allenthalben tangential zu den bezüglichen ähnlichen Ellipsen; die Stärke des Momentes folgt demselben Gesetz, wie beim vorigen Typus; die Oberflächendichte $\bar{\varepsilon}$ ist gleich Null.

Diese Vertheilung findet sich bei Cylindern parallel der Z-Axe in den Gruppen 10), 17) und 24) (Turmalin).

Auch combinirt kommen diese beiden Typen vor bei der Hauptaxe parallelen Cylindern der Gruppen 13), 20) und 27).

3. Typus. $a'_s : b'_s = \frac{x'}{\alpha^2} : -\frac{y'}{\beta^2} = \cos(n', x') : \cos(n', y'), \quad c'_s = 0.$

Die electrischen Axen stehen normal zu den Hyperbeln (39); die Grösse des Moments bestimmt sich wie bei den vorigen Typen. Die Oberflächendichtigkeit ist an beiden Enden der X'-Axe gleich, aber entgegengesetzt der an den Enden der Y'-Axe.

Diese Electrisirung findet sich bei den Cylindern parallel der Hauptaxe in den Gruppen 14), 29) und 32).

4. Typus. $a'_s : b'_s = \frac{y'}{\beta^2} : \frac{x'}{\alpha^2} = \cos(s', x) : \cos(s', y), \quad c'_s = 0.$

Die electrischen Axen liegen parallel den Hyperbeln (39), die Gesammtmomente bestimmen sich wie oben. Die Oberflächendichte verschwindet in den Enden der Ellipsenaxen und hat in den vier Quadranten abwechselnd entgegengesetzte Werthe.

Eine solche Vertheilung findet sich allein bei Gruppe 15) für die Z-Axe und zwar combinirt mit der vorigen.

5. Typus. $a'_s = m_1 x' + m_2 y', \quad b'_s = c'_s = 0.$

Die electrischen Axen sind der X'-Axe parallel, die Momente verschwinden in der Ebene $m_1 x' + m_2 y' = 0$, die wir kurz E nennen. Die Oberflächendichte geht an den Stellen, welche die Ebene E schneidet, und an den Enden der β-Axe unter Zeichenwechsel durch Null hindurch, hat also im Allgemeinen in vier paarweise ungleichen Theilen des Umfanges entgegengesetztes Vorzeichen.

Diese Art der Erregung tritt u. a. auf in Gruppe 11) und 18) für die X- und die Y-Axe, in Gruppe 21) und 25) für die X-Axe. In anderen Fällen erscheint sie mit sich selbst combinirt, indem auch b'_z einer linearen Function von x' und y' mit anderen Coëfficienten gleich wird; so in Gruppe 14) bei der X- oder Y-Axe.

6. Typus. $a'_z = b'_z = 0, \; c'_z = n_1 x' + n_2 y'$.

Dies giebt eine rein longitudinale Electrisirung; die räumliche Dichte ε verschwindet, die Oberflächendichte $\bar{\varepsilon}$ ist auf der Mantelfläche gleich Null, auf den Grundflächen in correspondirenden Punkten zu beiden Seiten der Geraden $n_1 x' + n_2 y' = 0$ von entgegengesetzt gleicher Grösse.

Dieser Fall findet sich in voller Einfachheit in Gruppe 10) und 17) bei der X- und Y-Axe, in Gruppe 21) bei der Y-Axe, in Gruppe 24) bei der X-Axe.

Der Typus 6 tritt öfter in Combination mit dem Typus 5 auf, so z. B. besonders einfach in Gruppe 22) bei der X- und in Gruppe 24) und 25) bei der Y-Axe.

Für den Fall eines Kreiscylinders vereinfachen sich noch einige der aufgestellten Typen in leicht ersichtlicher Weise.

§ 8. Das electrische Potential eines unendlich langen Kreiscylinders, in welchem die Momente beliebige, insbesondere lineäre Functionen der Quercoordinaten sind, für äussere Punkte.

Während in den Fällen des ein- und allseitigen constanten Druckes die Momente im Innern des deformirten Krystalles Constante waren, hat uns die Betrachtung der gleichförmigen Biegung beliebiger und der Drillung elliptischer Cylinder für dieselben lineäre Functionen der

Quercoordinaten geliefert. Dies hat die Folge, dass in den letztgenannten Fällen die Beurtheilung der Wirkungen, an denen man die Electrisirung erkennt und welche sich der messenden Beobachtung bieten, viel schwieriger ist, als bei den ersteren. Denn bei diesen wirkte auf äussere Punkte nur die aequivalente Oberflächenbelegung $\bar{\varepsilon}$ und demgemäss konnte, wie bei dem Kundt'schen Bestäubungsverfahren über die Qualität, so bei den Messungen der Herren J. und P. Curin und Czermak über die Quantität der Wirkung ohne alle Rechnung ein Schluss gezogen werden.

Ist hingegen auch die räumliche aequivalente Dichte ε von Null verschieden, so ist die Beurtheilung selbst nur der Qualität der Wirkung der electrischen Vertheilung ohne durchgeführte Rechnung kaum möglich.

Zur Bestimmung jeder Art electrischer Einwirkung auf äussere Punkte dient das Potential (2). Nicht nur liefert uns dasselbe durch Differentiation nach den Coordinaten des angezogenen Punktes die Kraftcomponenten, welche derselbe erfährt, und damit also die Gesetze, nach denen bei der Bestäubungsmethode der erregte Krystall sich mit Schwefelblume oder Mennige bedeckt, sondern es bestimmt auch die electrische Vertheilung in dem Krystall genäherten Leitern und ergiebt damit die Theorie gewisser zur Prüfung der Theorie und zur Constantenbestimmung wichtiger Messungsmethoden. Beispielsweise wird eine dem Krystall genäherte isolirte, zuvor unelectrische Kugel durch Influenz auf ein Potential W gebracht, welches gleich dem Werthe ist, den V im Kugelcentrum annimmt, und dieser Werth lässt sich beobachten, wenn man die Kugel durch einen feinen Draht mit einem hinreichend entfernten Electrometer verbindet. Ebenso bestimmt sich durch V leicht die ganze Ladung, welche die Kugel erhält, wenn man sie isolirt und unelectrisch dem Krystall nähert und sodann, während sie sich unter seiner Wirkung befindet, zur Erde ableitet; denn es entsteht unter diesen Umständen auf ihr eine Oberflächendichte von der Stärke

$$\eta = -\frac{1}{4\pi}\left(2\frac{\partial \overline{V}}{\partial \rho} + \frac{1}{R}\overline{V}\right),$$

worin ρ den Radiusvector vom Kugelcentrum aus und R den Radius der Kugel bezeichnet.

Die Berechnung des Potentiales V für einen Cylinder stösst, falls man beliebige Querschnitte zulässt, im Allgemeinen auf grosse Schwierigkeiten und führt auf schwer discutable Formeln, lässt sich aber in zwei speciellen Fällen leicht und anschaulich erledigen; der eine von ihnen soll in diesem, der andere im folgenden Abschnitt behandelt werden.

Wir betrachten einen aus einem beliebigen Krystall geschnittenen Kreiscylinder von solcher Länge, dass dieselbe gegenüber dem Abstand des angezogenen Punktes als unendlich betrachtet werden kann. Da wir die Resultate vornehmlich auf die der Oberfläche sehr nahen Punkte anwenden wollen, so setzt diese Annahme in Wirklichkeit nur voraus, dass die Länge des Cylinders ein mässiges Vielfaches der Grösse seines Durchmessers beträgt.

Dieser Cylinder sei parallel seiner Axe, d. h. der Z'-Axe, gleichförmig electrisirt, so dass also die electrischen Momente nur Functionen der Quercoordinaten x' und y' sind.

In diesem Falle reducirt sich das Potential (2) auf

$$V = \int dk \left(a' \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial x'} + b' \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial y'}\right)$$

und, wenn man noch bedenkt, dass wegen

$$r^2 = (x_1'-x')^2 + (y_1'-y')^2 + (z_1'-z')^2$$
$$\partial r/\partial x' = -\partial r/\partial x_1', \quad \partial r/\partial y' = -\partial r/\partial y_1'$$

ist, auf

$$V = -\left(\frac{\partial J_1}{\partial x_1'} + \frac{\partial J_2}{\partial y_1'}\right), \tag{40)}$$

worin

$$J_1 = \int \frac{a'dk}{r} = C_1 - 2\int a' l(e)\, dQ,$$
$$J_2 = \int \frac{b'dk}{r} = C_2 - 2\int b' l(e)\, dQ. \tag{40')}$$

C_1 und C_2 bezeichnen Integrationsconstanten, welche ohne Einfluss sind und daher gleich Null gesetzt werden können, dQ ist das Element

des Querschnittes des Cylinders und e ist gegeben durch

$$e^2 = (x_1' - x')^2 + (y_1' - y')^2,$$

bezeichnet also den Abstand des angezogenen Punktes x_1', y_1', z_1' von dem Elementarfaden, welcher die Momente a' und b' besitzt; l bedeutet den natürlichen Logarithmus.

Den Ort von dQ wollen wir nunmehr durch die Coordinaten ρ und φ, denjenigen des angezogenen Punktes durch ρ_1 und φ_1 bestimmen, wobei φ und φ_1 den Winkel von ρ und ρ_1 gegen die X'-Axe bedeute; da für äussere Punkte $\rho_1 > \rho$ ist, so lässt sich setzen:

$$l(e) = l(\rho_1) - \sum_1^\infty \frac{1}{h}\left(\frac{\rho}{\rho_1}\right)^h \cos h(\varphi - \varphi_1);$$

ausserdem kann man die Momente a' und b' in Fourier'sche Reihen entwickeln und schreiben:

41)
$$\begin{aligned} a' &= A_0 + \sum_1^\infty (A_n \cos n\varphi + A_n' \sin n\varphi), \\ b' &= B_0 + \sum_1 (B_n \cos n\varphi + B_n' \sin n\varphi), \end{aligned}$$

worin die A und B Functionen von ρ sind.

Man erhält hierdurch, falls man

$$\int_0^R A_h \rho^{h+1} d\rho = \mathrm{A}_h, \int_0^R B_h \rho^{h+1} d\rho = \mathrm{B}_h, \ldots$$

setzt:

42)
$$\begin{aligned} J_1 &= -2\pi\left[2\,l(\rho_1)\,\mathrm{A}_0 - \sum_1^\infty \frac{1}{h\rho_1^h}(\mathrm{A}_h \cos h\varphi_1 + \mathrm{A}_h' \sin h\varphi_1)\right], \\ J_2 &= -2\pi\left[2\,l(\rho_1)\,\mathrm{B}_0 - \sum_1^\infty \frac{1}{h\rho_1^h}(\mathrm{B}_h \cos h\varphi_1 + \mathrm{B}_h' \sin h\varphi_1)\right]. \end{aligned}$$

Nun ist aber

$$\frac{\partial J_1}{\partial x_1} = \frac{\partial J_1}{\partial \rho_1}\cos\varphi_1 - \frac{\partial J_1}{\rho_1 \partial \varphi_1}\sin\varphi_1, \quad \frac{\partial J_2}{\partial y_1} = \frac{\partial J_2}{\partial \rho_1}\sin\varphi_1 + \frac{\partial J_2}{\rho_1 \partial \varphi_1}\cos\varphi_1$$

und hiernach wird sehr einfach:

43) $$V = 2\pi\left[\frac{2}{\rho_1}(\mathrm{A}_0\cos\varphi_1 + \mathrm{B}_0\sin\varphi_1) + \sum_1^\infty \frac{1}{\rho_1^{h+1}}\left((\mathrm{A}_h - \mathrm{B}_h')\cos(h+1)\varphi_1 + (\mathrm{A}_h' + \mathrm{B}_h)\sin(h+1)\varphi_1\right)\right].$$

Bildet man aus (41) den Werth der Oberflächendichte $\bar{\varepsilon}$ nach der Formel

$$\bar{\varepsilon} = \bar{a}' \cos\varphi + \bar{b}' \sin\varphi,$$

so erhält man:

$$\begin{aligned}\bar{\varepsilon} = (\overline{A}_0 \cos\varphi + \overline{B}_0 \sin\varphi) + \tfrac{1}{2}\sum_1^\infty \left((\overline{A}_h - \overline{B}'_h)\cos(h+1)\varphi + (\overline{A}'_h + \overline{B}_h)\sin(h+1)\varphi\right) \\ + \tfrac{1}{2}\sum_1^\infty \left((\overline{A}_h + \overline{B}'_h)\cos(h-1)\varphi + (\overline{A}'_h - \overline{B}_h)\sin(h-1)\varphi\right).\end{aligned} \quad 43')$$

Dies lässt deutlich hervortreten, dass im Allgemeinen der Werth des Potentiales auf äussere Punkte durchaus anders mit der Richtung variirt, als die aequivalente Oberflächendichte $\bar{\varepsilon}$.

In dem besonders wichtigen Falle, dass die Momente a' und b' lineäre Functionen der Quercoordinaten sind, haben nur die A_1, A'_1, B_1, B'_1 von Null verschiedene Werthe und sind überdies mit ρ proportional.

Wir setzen daher

$$A_1 = A\rho, \quad A'_1 = A'\rho, \quad B_1 = B\rho, \quad B'_1 = B'\rho,$$

wo nun die A und B Constanten sind.

Hierdurch werden alle A_h und B_h gleich Null, nur ausgenommen

$$\mathrm{A}_1 = \frac{AR^4}{4}, \quad \mathrm{A}'_1 = \frac{A'R^4}{4}, \quad \mathrm{B}_1 = \frac{BR^4}{4}, \quad \mathrm{B}'_1 = \frac{B'R^4}{4}.$$

Also folgt

$$V = \frac{\pi R^4}{2\rho_1^2}\left((A - B')\cos 2\varphi_1 + (A' + B)\sin 2\varphi_1\right), \quad 44)$$

während gleichzeitig die Oberflächendichte

$$\bar{\varepsilon} = \frac{R}{2}\left((A + B') + (A - B')\cos 2\varphi + (A' + B)\sin 2\varphi\right) \quad 44')$$

und die räumliche Dichte $\varepsilon = -(A + B')$ wird.

Setzt man endlich

$$A - B' = P\cos 2\varphi_0, \quad A' + B = P\sin 2\varphi_0 \quad 45)$$

so findet sich:

$$V = \frac{\pi R^4 P}{2\rho_1^2}\cos 2(\varphi_1 - \varphi_0), \quad 45')$$

$$\bar{\varepsilon} = \frac{R}{2}\left((A + B') + P\cos 2(\varphi - \varphi_0)\right), \quad \varepsilon = -(A + B').$$

Diese Formeln enthalten eine Reihe sehr wichtiger Resultate, die im Nachstehenden zusammengestellt sind.

Das Potential eines unendlich langen Kreiscylinders, dessen electrische Momente lineäre Functionen der Quercoordinaten sind, nimmt auf jedem mit dem Umfang concentrischen Kreise abwechselnd zwei grösste und zwei kleinste Werthe in gleichen Winkelabständen an. Die Orte dieser extremen Werthe theilen den Kreisumfang hinsichtlich der darauf stattfindenden Potentiale in vier spiegelbildlich gleiche Quadranten.

Die Maxima liegen an den Stellen

$$\varphi_1 = \varphi_0 \text{ und } \varphi_1 = \varphi_0 + \pi,$$

die Minima an den Stellen

$$\varphi_1 = \varphi_0 + \frac{\pi}{2} \text{ und } \varphi_1 = \varphi_0 + \frac{3\pi}{2},$$

und zwar ist

$$tg\,2\varphi_0 = \frac{A' + B}{A - B'},$$

falls $a' = Ax' + A'y'$, $b' = Bx' + B'y'$ die Werthe der Momente normal zur Cylinderaxe sind.

Diese Stellen fallen in dieselben Radien, auf welchen auch die aequivalente Oberflächendichte $\bar{\varepsilon}$ ihren grössten und kleinsten Werth besitzt.

Parallel zum Radiusvector wirkt die Componente

$$K = \frac{\pi R^4 P}{\rho_1^3} \cos 2(\varphi_1 - \varphi_0),$$

normal zum Radius in der Richtung $+\varphi$ dagegen

$$S = \frac{\pi R^4 P}{\rho_1^3} \sin 2(\varphi_1 - \varphi_0);$$

es ist also

$$S/K = tg\,2(\varphi_1 - \varphi_0)$$

und die Kraftlinien schneiden denselben Radiusvector stets unter demselben Winkel $2(\varphi_1 - \varphi_0)$.

Der allgemeine Ausdruck des Potentiales lässt sich nach (45′) schreiben

$$V = \frac{\pi R^3}{2\rho_1^2}(2\bar{\varepsilon}_1 + R\varepsilon), \tag{46}$$

falls $\bar{\varepsilon}_1$ die auf dem Radius ρ_1 an der Cylinderfläche liegende Oberflächendichte, ε die im Innern des Cylinders constante Raumdichte bezeichnet.

Hiernach nimmt auch der Werth der parallel dem Radius wirkenden Componente die Form an

$$K = \frac{\pi R^3}{\rho_1^3}(2\bar{\varepsilon}_1 + R\varepsilon), \tag{47}$$

und speciell an der Cylinderfläche selbst sehr einfach

$$\bar{K} = \pi(2\bar{\varepsilon}_1 + R\varepsilon). \tag{47′}$$

Da ganz allgemein positiv electrische Theilchen nach den Stellen kleinster, negativ electrische nach den Stellen grösster Potentialwerthe getrieben werden, so würden, falls die Oberfläche des Cylinders ohne jede Reibung wäre, positiv electrische Theilchen nur an den Stellen $\varphi = \varphi_0 + \frac{\pi}{2}$, $\varphi = \varphi_0 + 3\frac{\pi}{2}$, negative nur in $\varphi = \varphi_0$ und $\varphi = \varphi_0 + \pi$ in Ruhe sein können; da aber in Praxis jederzeit eine Reibung vorhanden ist, so werden sie auch in der Umgebung dieser Orte verharren können. Bei Anwendung des Kundt'schen Bestäubungsverfahrens wird also Schwefelblume und Mennige abwechselnd in den vier Quadranten des Umfanges auftreten.

Gar keine Wirkung übt der Cylinder auf äussere Punkte, wenn zugleich

$$A = B' \text{ und } A' = -B$$

ist; die erstere Beziehung entspricht nach Seite 53 und 54 dem Falle der radialen, die letztere dem Falle der circularen Electrisirung. Hier ist also auch nothwendig die Beziehung $\bar{\varepsilon} = -R\varepsilon/2$ erfüllt. —

Da in dem Falle der gleichförmigen Biegung und Drillung eines Kreiscylinders nach den letzten beiden Abschnitten die electrischen Momente lineäre homogene Functionen der Quercoordinaten sind, so gelten alle im

Vorstehenden entwickelten Resultate auch hierfür. Speciell können wir den folgenden in seiner Allgemeinheit merkwürdigen Satz aussprechen:

Ein gleichviel wie immer gegen die Krystallaxen orientirter Kreiscylinder, dessen Länge gross ist gegen seinen Durchmesser, wird durch gleichförmige Biegung oder Drillung, wenn überhaupt, jederzeit so erregt, dass sich sein Umfang in vier gleiche Zonen abwechselnd entgegengesetzter electrischer Wirkung auf äussere Punkte theilt.

Dieser Satz wird auf absonderliche Weise durch eine — auf den ersten Blick unverständliche — Beobachtung des Herrn Röntgen[1]) bestätigt.

Herr Röntgen hat an zwei Quarzcylindern, deren Axen nahe mit der krystallographischen Hauptaxe zusammenfielen, die electrische Erregung durch Torsion untersucht und eine Theilung ihres Umfanges in vier gleiche Zonen entgegengesetzter electrischer Wirkung festgestellt. Dieses Resultat erscheint krystallographisch unmöglich, denn alle bisherigen Beobachtungen ergeben für die Hauptaxe des Quarz die Eigenschaft einer dreizähligen Symmetrieaxe; es erscheint auch im Widerspruch mit der Theorie stehend, welche wie leicht zu sehen, für einen solchen Cylinder eine nach aussen wirkende Erregung durch Drillung überhaupt nicht zulässt.

Aber die Beobachtung wird zu einer überraschenden Bestätigung der Theorie, wenn man bedenkt, dass, wie Herr Röntgen selbst erwähnt, die Orientirung der Cylinder keine genaue war und auch nicht sein konnte. Denn bei jeder Abweichung der Cylinderaxe aus der Krystallaxe musste nach der Theorie eben diese Viertheilung des Umfangs des Cylinders hinsichtlich der electrischen Wirkung eintreten, welche die Beobachtung constatirt hat.

Auch dass trotz dieser electrischen Wirkung der Mantelfläche die beiden Enden der Cylinderaxe sich gleich verhalten haben, steht in vollständiger Uebereinstimmung mit der Theorie.

---

1) W. C. Röntgen, Wied. Ann. **39**, p. 16, 1890.

Die von Herrn Röntgen an seine Beobachtungen geknüpften Folgerungen bezüglich einer Ungleichwerthigkeit der drei Nebenaxen des Quarzes sind hierdurch zugleich als unnöthig erwiesen. —

Was die Lage der beiden zu einander normalen Meridianschnitte betrifft, welche die vier Quadranten abwechselnd entgegengesetzter Wirkung begrenzen, oder mit andern Worten, was den Werth des Winkels φ_0 in den einzelnen Fällen betrifft, so ist diese Frage nach den obigen Tabellen V und VI unter Benutzung der Bemerkungen auf Seite 47 leicht zu erledigen, giebt aber keineswegs so einfache Resultate, wie man zunächst vermuthen möchte.

Zum Beispiel ist für einen der X-Axe parallelen Turmalinstab bei Biegung um die Y- oder Z-Axe nach (36′) und (36″) resp.

$$a_1 = 0,\ b_1 = +AMz,\ c_1 = -BMz \text{ und}$$
$$a_2 = 0,\ b_2 = -ANy,\ c_2 = +BNy,$$

wo A und B gewisse Abkürzungen sind. Hieraus folgt resp., wenn φ_0 gegen die Z-Axe gerechnet wird:

$$\operatorname{tg} 2\varphi_0 = +A/B \text{ und } = -B/A;$$

obgleich also die Biegung um die Hauptaxe oder eine dazu senkrechte Richtung geschieht, ist doch φ_0 weder 0 noch $\pi/4$. Dies hängt mit der complicirten electrischen Symmetrie des Turmalines zusammen.

Ganz ähnliches gilt für die Drillung desselben Cylinders, soll aber nicht weiter ausgeführt werden.

§ 9. Das electrische Potential eines unendlich dünnen Cylinders von beliebigem Querschnitt, in welchem die Spannungen längs der Axe constant sind.

Der in der Ueberschrift genannte Fall erledigt sich deshalb besonders einfach, weil, wenn nach Annahme alle die elastischen Drucke X'_x, ... von der längs der Cylinderaxe gemessenen Z'-Coordinate unabhängig sind, das folgende System von Formeln gültig ist [1]):

1) W. Voigt, theor. Studien, p. 55.

$$48)\quad \int X'_x dQ = \int X'_y dQ = \int Y'_y dQ = \int X'_z dQ = \int Y'_z dQ = 0,\ \int Z'_z dQ = -\Gamma',$$

$$\int x' X'_x dQ = \int x' X'_y dQ = \int x' Y'_y dQ = \int x' X'_z dQ = 0,\ \int x' Z'_z dQ = -\mathrm{M}',\ \int x' Y'_z dq = -\frac{\mathrm{N}'}{2},$$

$$\int y' X'_x dQ = \int y' X'_y dQ = \int y' Y'_y dQ = \int y' Y'_z dQ = 0,\ \int y' Z'_z dQ = -\Lambda',\ \int y' X'_z dq = +\frac{\mathrm{N}'}{2}.$$

Hierin haben die Γ', Λ', M', N' dieselbe Bedeutung, wie in den früheren Abschnitten.

Für das Potential benutzen wir den Ausdruck (2), bezogen auf das System $X'Y'Z'$, geben also dem Volumenelement dk die Coordinaten x', y', z', dem angezogenen Einheitspunkt die Coordinaten x'_1, y'_1, z'_1; auch ist

$$r^2 = e^2 + (z'_1 - z')^2,\ e^2 = (x'_1 - x')^2 + (y'_1 - y')^2.$$

Für die Momente a', b', c' benutzen wir die Formeln (20), welche sie als lineäre Functionen der Spannungen darstellen, haben also

$$48')\quad V'_z = -\int dk\left(\frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial x'}(\delta'_{11} X'_x + \ldots) + \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial y'}(\delta'_{21} X'_x + \ldots) + \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial z'}(\delta'_{31} X'_x + \ldots)\right).$$

Hier lässt sich die Integration nach z' ausführen und giebt, wenn wir die Grenzen für $z' = 0$ und $z' = l$ genommen denken:

$$48'')\ V'_z = +\int dQ\left[\frac{(x'_1 - x')(z'_1 - z')}{re^2}(\delta'_{11} X'_x + ..) + \frac{(y'_1 - y')(z'_1 - z')}{re^2}(\delta'_{21} X'_x + ..) - \frac{1}{r}(\delta'_{31} X'_x + ..)\right]_{z'=0}^{z'=l}.$$

Diese noch völlig strenge Formel stellt das Potential zweier auf den Endquerschnitten $z' = 0$ und $z' = l$ ausgebreiteten Ladungen dar.

Ist nun x'^2 und y'^2 neben

$$x'^2_1 + y'^2_1 = e^2_1,\ x'^2_1 + y'^2_1 + (z'_1 - z')^2 = r^2_1$$

zu vernachlässigen, so kann man r und e nach Potenzen von x' und y' entwickeln und sich auf die ersten beiden Glieder beschränken. Setzt man noch

$$\frac{1}{r^2_1} + \frac{2}{e^2_1} = k,$$

so erhält man unter Rücksicht auf (48):

$$V_s = \Big[\frac{z'-z'_1}{r_1 e_1^2}\Big\{\delta'_{13}\big(\Lambda' k x'_1 y'_1 - \mathrm{M}'(1-kx_1'^2)+\Gamma' x'_1\big)+\delta'_{23}\big(-\Lambda'(1-ky_1'^2)+\mathrm{M}' k x'_1 y'_1+\Gamma' y'_1\big)$$
$$+\frac{\mathrm{N}'}{2}\big((\delta'_{24}-\delta'_{15})kx'_1y'_1-\delta'_{14}(1-kx_1'^2)+\delta'_{25}(1-ky_1'^2)\big)\Big\} \qquad 49)$$
$$+\frac{1}{r_1}\Big\{\delta'_{33}\Big(\frac{x'_1\mathrm{M}'+y'_1\Lambda'}{r_1^2}+\Gamma'\Big)+\frac{\mathrm{N}'}{2r_1^2}(\delta'_{34}x'_1-\delta'_{35}y'_1)\Big\}\Big]_{z'=0}^{z'=l}.$$

Diese höchst allgemeine Formel zeigt, dass von allen den achtzehn Constanten δ_{hk} in dem vorausgesetzten Falle nur neun in dem Potential auftreten. Sie vereinfacht sich erheblich, wenn man die Axe des Stabes in eine ausgezeichnete Richtung des Krystalles fallen lässt.

Ist die Z'-Richtung eine drei-, vier- oder sechszählige Symmetrieaxe, so ist

$$\delta'_{13} = \delta'_{23} = \delta'_{34} = \delta'_{35} = 0,$$
$$\delta'_{14} = -\delta'_{25},\quad \delta'_{15} = +\delta'_{24},\quad \delta'_{31} = \delta'_{32}.$$

Hierdurch reducirt sich, wenn wir nun die obern Indices fortlassen, V_s auf

$$V_s = \Big[\frac{z_1-z}{r_1 e_1^2}\,\delta_{14}\mathrm{N}\Big(1-\frac{k(x_1^2+y_1^2)}{2}\Big)+\frac{\delta_{33}}{r_1}\Big(\frac{x_1\mathrm{M}+y_1\Lambda}{r_1^2}+\Gamma\Big)\Big]_{z=0}^{z=l}; \qquad 49')$$

der erste Theil, welcher von der Torsion um die Längsaxe herrührt, ist rings um dieselbe constant, der zweite, von Biegung und Dehnung herrührende, nicht.

Geht durch die Z-Axe eine Symmetrieebene, so ist auch $\delta_{14} = 0$, und es bleibt nur

$$V_s = \Big[\frac{\delta_{33}}{r_1}\Big(\frac{x_1\mathrm{M}+y_1\Lambda}{r_1^2}+\Gamma\Big)\Big]_{z=0}^{z=l}; \qquad 49'')$$

hier giebt die Torsion gar kein Potential auf äussere Punkte. Dies findet beim Turmalin statt, wenn man die Stabaxe in die krystallographische Hauptaxe legt.

Steht hingegen auf der Z-Axe eine zweizählige Symmetrieaxe senkrecht, so ist $\delta_{33} = 0$ und es bleibt nur

$$V_s = \Big[\frac{z_1-z}{r_1 e_1^2}\,\delta_{14}\mathrm{N}\Big(1-\frac{k(x_1^2+y_1^2)}{2}\Big)\Big]_{z=0}^{z=l}; \qquad 49''')$$

hier bewirkt Biegung und einseitiger Druck kein Potential, sondern nur Torsion; dies gilt für Quarz, wenn der Stab mit seiner Axe in die Hauptaxe fällt.

Es hat Interesse, auch die Potentiale für Krystallcylinder aufzustellen, welche der X- oder Y-Axe parallel liegen.

Sollte die X-Axe zur Stabaxe gewählt werden, so hat man die Formel (49) in allen Theilen, also auch in der Grösse k, durch cyclische Vertauschung umzuformen; die Indices 1, 2, 3 und 4, 5, 6 bilden dabei zwei getrennte Reihen. Man erhält so:

$$
\begin{aligned}
V_x = \Bigg[\frac{x-x_1}{r_1 e_1^2}\Big\{ & \delta_{21}\big(\mathrm{M}ky_1z_1-\mathrm{N}(1-ky_1^2)+\mathrm{A}y_1\big)+\delta_{31}\big(-\mathrm{M}(1-kz_1^2)+\mathrm{N}ky_1z_1+\mathrm{A}z_1\big) \\
50)\qquad & +\frac{\Lambda}{2}\big((\delta_{35}-\delta_{26})ky_1z_1-\delta_{25}(1-ky_1^2)+\delta_{36}(1-kz_1^2)\big)\Big\} \\
& +\frac{1}{r_1}\Big\{\delta_{11}\Big(\frac{y_1\mathrm{N}+z_1\mathrm{M}}{r_1^2}+\mathrm{A}\Big)+\frac{\Lambda}{2r_1^2}(\delta_{15}y_1-\delta_{16}z_1)\Big\}\Bigg]_{x=0}^{x=l}.
\end{aligned}
$$

Ebenso gilt auch:

$$
\begin{aligned}
V_y = \Bigg[\frac{y-y_1}{r_1 e_1^2}\Big\{ & \delta_{32}\big(\mathrm{N}kz_1x_1-\Lambda(1-kz_1^2)+\mathrm{B}z_1\big)+\delta_{12}\big(\mathrm{N}(1-kx_1^2)+\Lambda kz_1x_1+\mathrm{B}x_1\big) \\
51)\qquad & +\frac{\mathrm{M}}{2}\big((\delta_{16}-\delta_{34})kz_1x_1-\delta_{36}(1-kz_1^2)+\delta_{14}(1-kx_1^2)\big)\Big\} \\
& +\frac{1}{r_1}\Big\{\delta_{22}\Big(\frac{z_1\Lambda+x_1\mathrm{N}}{r_1^2}+\mathrm{B}\Big)+\frac{\mathrm{M}}{2r_1^2}(\delta_{26}z_1-\delta_{24}x_1)\Big\}\Bigg]_{y=0}^{y=l}.
\end{aligned}
$$

Wendet man dies, um ein Beispiel zu geben, auf den Quarz an, so erhält man:

$$
50')\quad V_x = \Bigg[\frac{x-x_1}{r_1e_1^2}\Big\{\frac{\Lambda}{2}\big(2\delta_{11}ky_1z_1+\delta_{14}(1-ky_1^2)\big)+\frac{1}{r_1}\delta_{11}\Big(\frac{y_1\mathrm{N}+z_1\mathrm{M}}{r_1^2}+\mathrm{A}\Big)\Big\}\Bigg]_{x=0}^{x=},
$$

$$
51')\quad V_y = \Bigg[\frac{y-y_1}{r_1e_1^2}\Big\{-\delta_{11}\big(\mathrm{N}(1-kx_1^2)+\Lambda kz_1x_1-\mathrm{B}x_1\big)+\frac{\mathrm{M}}{2}\delta_{14}(1-kx_1^2)\Big\}-\frac{\mathrm{M}}{r_1^3}\delta_{11}z_1\Bigg]_{y=0}^{y=l}.
$$

Beide Formeln sind sehr einfach, denn man muss bedenken, dass in Praxis ausnahmslos nicht alle vier Arten mechanischer Einwirkung gleichzeitig, sondern nur jede einzelne für sich zur Anwendung kommt.

Weitere Anwendungen mögen unterbleiben, bis Beobachtungen über die Fernwirkung deformirter Krystallcylinder vorliegen.

§ 10. Electrische Erregung durch eine gleichförmige oder mit einer gleichförmigen aequivalente Erwärmung.

Wirken keine äusseren Kräfte, aber ist die Temperatur innerhalb des betrachteten Krystalles eine beliebige Function der Coordinaten, so sind nach (24) und (27) die Bedingungen des Gleichgewichts für innere Punkte:

$$0 = \frac{\partial(X_x + q_1\vartheta)}{\partial x} + \frac{\partial(X_y + q_6\vartheta)}{\partial y} + \frac{\partial(X_z + q_5\vartheta)}{\partial z},$$
$$0 = \frac{\partial(Y_x + q_6\vartheta)}{\partial x} + \frac{\partial(Y_y + q_2\vartheta)}{\partial y} + \frac{\partial(Y_z + q_4\vartheta)}{\partial z}, \qquad 52)$$
$$0 = \frac{\partial(Z_x + q_5\vartheta)}{\partial x} + \frac{\partial(Z_y + q_4\vartheta)}{\partial y} + \frac{\partial(Z_z + q_3\vartheta)}{\partial z},$$

und für Punkte der Oberfläche:

$$0 = (X_x + q_1\vartheta)\cos(n,x) + (X_y + q_6\vartheta)\cos(n,y) + (X_z + q_5\vartheta)\cos(n,z),$$
$$0 = (Y_x + q_6\vartheta)\cos(n,x) + (Y_y + q_2\vartheta)\cos(n,y) + (Y_z + q_4\vartheta)\cos(n,z), \qquad 52')$$
$$0 = (Z_x + q_5\vartheta)\cos(n,x) + (Z_y + q_4\vartheta)\cos(n,y) + (Z_z + q_3\vartheta)\cos(n,z).$$

Es möchte zunächst scheinen, als ob man ähnlich, wie bei dem Falle des nicht erwärmten Körpers ohne Einwirkung äusserer Kräfte, diesen Gleichungen unter allen Umständen dadurch genügen könnte, dass man überall annimmt:

$$-X_x = q_1\vartheta, \quad -Y_y = q_2\vartheta, \quad -Z_z = q_3\vartheta, \; \ldots \qquad 53)$$

Indessen setzt dies ganz bestimmte Eigenschaften der Function voraus, welche die Temperatur mit den Coordinaten verbindet.

Beachtet man nämlich die Werthe (23) der elastischen Druck-Componenten, so findet man durch Auflösen der vorstehenden Gleichungen nach $x_x \ldots$

$$x_x = \vartheta(q_1 s_{11} + q_2 s_{12} + q_3 s_{13} + q_4 s_{14} + q_5 s_{15} + q_6 s_{16})$$

— — — — — — — — — — — — — — —

und dies giebt nach (25):

$$x_x = a_1\vartheta, \quad y_y = a_2\vartheta, \quad z_z = a_3\vartheta, \; \ldots \qquad 53')$$

Nun sind aber die Deformationen nicht völlig von einander unabhängig, sobald sie für einen endlichen Körper als Functionen der Coordinaten gegeben werden, sondern es bestehen zwischen ihnen nach ihrer Definition durch die Verrückungen die folgenden bekannten Beziehungen [1]):

$$\frac{\partial^2 y_y}{\partial z^2}+\frac{\partial^2 z_z}{\partial y^2}=\frac{\partial^2 y_z}{\partial y\,\partial z},\quad \frac{\partial^2 z_z}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 x_x}{\partial z^2}=\frac{\partial^2 z_x}{\partial z\,\partial x},\quad \frac{\partial^2 x_x}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 y_y}{\partial x^2}=\frac{\partial^2 x_y}{\partial x\,\partial y},$$

54) $$2\frac{\partial^2 x_x}{\partial y\,\partial z}+\frac{\partial^2 y_z}{\partial x^2}=\frac{\partial^2 y_x}{\partial z\,\partial x}+\frac{\partial^2 z_x}{\partial y\,\partial x},\quad 2\frac{\partial^2 y_y}{\partial z\,\partial x}+\frac{\partial^2 z_x}{\partial y^2}=\frac{\partial^2 z_y}{\partial x\,\partial y}+\frac{\partial^2 x_y}{\partial z\,\partial y},$$

$$2\frac{\partial^2 z_z}{\partial x\,\partial y}+\frac{\partial^2 x_y}{\partial z^2}=\frac{\partial^2 x_z}{\partial y\,\partial z}+\frac{\partial^2 y_z}{\partial x\,\partial z}.$$

Diese verwandeln sich bei Annahme der Werthe (53′) in sechs Bedingungen für ϑ, welche nur in ganz speciellen Fällen gleichzeitig erfüllt sind; in diesen Fällen dehnt sich dann jedes Volumenelement des Körpers ebenso aus, als wenn es allein vorhanden wäre, und wird also durch die Nachbarelemente in keiner Weise behindert. Eine Erwärmung, bei welcher dies stattfindet, ist mit einer gleichförmigen hinsichtlich der Electricitätserregung aequivalent.

Die Bedingungen (54) sind identisch erfüllt, wenn die Temperatur ϑ constant oder eine lineäre Function der Coordinaten ist. Der erste Fall tritt ein, wenn ein beliebig gestalteter Körper hinreichend lange in einer Umgebung von der betreffenden Temperatur bleibt, der letztere z. B. dann, wenn eine sehr grosse Platte lange Zeit mit ihren beiden Grundflächen an zwei Reservoire von verschiedener Temperatur grenzt; obgleich die Platte sich hierbei krümmt, wird doch die Deformation der einzelnen Elemente durch die Nachbarelemente nicht behindert.

In diesen Fällen enthalten also die Gleichungen (53′) die Lösung des elastischen Problemes, und die auf ein beliebiges Coordinatensystem bezogenen electrischen Momente besitzen die Werthe

54) $$a'=\vartheta\sum_h \varepsilon'_{1h}a'_h,\quad b'=\vartheta\sum_h \varepsilon'_{2h}a'_h,\quad c'=\vartheta\sum_h \varepsilon'_{3h}a'_h.$$

1) G. Kirchhoff, Mechanik. Leipzig 1876, p. 399.

Diese Ausdrücke specialisiren sich bei Einführung des Hauptaxensystemes nach dem Inhalte der Tabellen II und III für die verschiedenen Gruppen folgendermassen.

Tabelle VII.

I. Gruppe 2). $a = \vartheta \sum_h \varepsilon_{1h} a_h, \quad b = \vartheta \sum_h \varepsilon_{2h} a_h, \quad c = \vartheta \sum_h \varepsilon_{3h} a_h.$

II. Gruppe 4). $a = b = 0, \quad c = \vartheta(\varepsilon_{31} a_1 + \varepsilon_{32} a_2 + \varepsilon_{33} a_3 + \varepsilon_{36} a_6).$

„ 5). $a = \vartheta(\varepsilon_{11} a_1 + \varepsilon_{12} a_2 + \varepsilon_{13} a_3 + \varepsilon_{16} a_6),$
$b = \vartheta(\varepsilon_{21} a_1 + \varepsilon_{22} a_2 + \varepsilon_{23} a_3 + \varepsilon_{26} a_6), \quad c = 0.$

III. Gruppe 7). $a = b = 0, \quad c = \vartheta(\varepsilon_{31} a_1 + \varepsilon_{32} a_2 + \varepsilon_{33} a_3).$

„ 8). $a = b = c = 0.$

IV. Gruppe 10) und 13). $a = b = 0, \quad c = \vartheta(2\varepsilon_{31} a_1 + \varepsilon_{33} a_3).$

„ 11), 14), 15). $a = b = c = 0.$

V. Gruppe 17), 20), 24), 27). $a = b = 0, \quad c = \vartheta(2\varepsilon_{31} a_2 + \varepsilon_{33} a_3).$

„ 18), 21), 22), 25). $a = b = c = 0.$

VI. Gruppe 29) und 32). $a = b = c = 0.$

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass bei gleichförmiger Erwärmung und bei jeder mit einer solchen aequivalenten mit Ausnahme der Gruppe 2) und 5) nur diejenigen Krystalle electrisch erregt werden, welche eine ausgezeichnete polare Symmetrieaxe besitzen. Wie dies unabhängig von jeder Theorie mit Nothwendigkeit aus den Symmetrieverhältnissen folgt, ist schon früher erörtert worden. Hier mag nur noch darauf aufmerksam gemacht werden, dass mit diesem Resultat die an Quarz, Zinkblende, Helvin, Natriumchlorat u. a. beobachteten pyroelectrischen Erscheinungen nicht im Widerspruch stehen, da es sich bei jenen Beobachtungen nirgends speciell um die Wirkung gleichförmiger, in einigen Fällen hingegen nachweislich um diejenige stark ungleichförmiger Erwärmungen gehandelt hat. Allerdings ist der fundamentale Unterschied dieser beiden Vorgänge einigen Beobachtern nicht klar gewesen.

Die Vergleichung der Tabelle VII mit der für die Erregung durch einen allseitig gleichen Druck gültigen Tabelle IV ergiebt die grösste

Uebereinstimmung, sowohl hinsichtlich der Nichterregbarkeit gewisser Gruppen, als auch der Art der möglichen Erregung der andern.

Die Hauptaxe der erregten pyro- und piëzoelectrischen Vertheilung ist natürlich bei den Gruppen, welche nur eine polare Symmetrieaxe besitzen, die gleiche, also blos bei Gruppe 2) und 5) verschieden. Bei den übrigen lässt sich daher jederzeit die Wirkung einer Erwärmung durch diejenige eines allseitig gleichen Druckes compensiren; das Verhältniss des erforderlichen Druckes p zu der in ihrer Wirkung zu neutralisirenden Temperaturänderung ϑ ist natürlich für den einzelnen Krystall constant, aber von Substanz zu Substanz wechselnd, da die Constanten s_h der Tabelle IV und a_h der Tabelle VII von einander unabhängig sind. Ja, da die s_h, soweit die Erfahrung reicht, stets positiv, die a_h aber zum Theil negativ sind, so kann das Verhältniss sogar für verschiedene Substanzen verschiedenes Vorzeichen besitzen; d. h. es kann für manche Krystalle die Wirkung einer Erwärmung nicht durch eine Vergrösserung, sondern durch eine Verminderung des äussern Druckes zu compensiren sein.

Für Turmalin (Gruppe 24) ist oben (Seite 42), falls man die $+Z$-Richtung nach der Seite des analogen Poles legt, aus Beobachtungen der Herren J. und P. Curie ein positiver Werth der Constanten ε_{31} und ε_{33} gefolgert worden. Da für dieses Mineral auch a_1 und a_3 positiv ist, so zeigt der in Tabelle VII gegebene Werth von c für diese Gruppe, dass das durch gleichförmige Erwärmung erregte Moment bei Turmalin positiv sein, der »analoge« Pol also positive Electricität zeigen muss, wie das die Beobachtung bekanntlich bestätigt.

Da eine grosse Zahl von Gruppen nach ihrer Symmetrie eine electrische Erregung durch allseitig gleichen Druck und gleichförmige Erwärmung nicht zulassen, und da alle an ihnen wahrgenommenen Ladungen somit anderen mechanischen und thermischen Einwirkungen ihren Ursprung verdanken müssen, so könnte man zu der Vermuthung kommen, dass auch bei den Gruppen, welche nach Symmetrie Erregungen der ersteren Art zulassen, dieselben in Wirklichkeit in Folge specieller Werthe der piëzoelectrischen Constanten ε_{hk} nicht zu Stande

kommen, die beobachteten pyroelectrischen Wirkungen z. B. also immer die Folge einer ungleichförmigen Erwärmung sind.

Indessen lässt sich die Unzulässigkeit dieser Annahme in einem speciellen Falle leicht nachweisen, wodurch die Vermuthung überhaupt abgethan ist. Denn bei den quadratischen und hexagonalen hierher gehörigen Krystallen sind die resp. erregten Momente parallel der Hauptaxe

$$-p(2\varepsilon_{31}s_1+\varepsilon_{33}s_3),\quad \vartheta(2\varepsilon_{31}a_1+\varepsilon_{33}a_3),$$

und da die s_h und a_h von einander unabhängig sind, so können diese beiden Werthe zugleich nur verschwinden, wenn $\varepsilon_{31}=\varepsilon_{33}=0$ ist, eine Beziehung, welche mit anderen Resultaten im Widerspruch steht, da sie auch sicher beobachtete Wirkungen eines einseitigen Druckes oder einer ungleichförmigen Erwärmung nicht zulassen würde.

Hiernach ist der erwähnte Unterschied zwischen den Gruppen mit einer polaren Axe und denen mit keiner oder mehreren solchen ein durchaus nothwendiger und nicht zu beseitigender. Mit ihm hängt der Seite 3 hervorgehobene Umstand zusammen, dass die ersteren Gruppen unter allen Temperaturen ϑ und Drucken p, welche nicht durch eine gewisse (lineäre) Beziehung verknüpft sind, von Null verschiedene Gesammtmomente A, B, C und demgemäss, wenn der bezügliche Zustand andauert, eine compensirende inducirte Oberflächenbelegung besitzen müssen, die letzteren hingegen nicht. —

Mehrere Experimentatoren haben die Beziehung gefunden, dass Krystallprismen, welche durch Erwärmung longitudinal electrisirt werden, durch longitudinale Compression eine Erregung im entgegengesetzten Sinne erfahren. Die Vergleichung der hierfür in Betracht kommenden Tabellen V und VII ergiebt diesen Zusammenhang zwar als möglich, aber keineswegs als allgemein nothwendig, da die bezüglichen Momente von verschiedenen Constanten abhängen. Ueberdies ist hervorzuheben, dass eine grosse Zahl von Krystallgruppen die Erregung von Prismen durch longitudinale Compression gestatten, welche bei gleichförmiger Erwärmung keinerlei electrische Erscheinungen zeigen. Die erwähnte Beziehung hat also bei Voraussetzung einer gleichförmigen

Erwärmung keineswegs eine allgemeine Bedeutung; auch für die ungleichförmige Erwärmung gilt, wie sich zeigen wird, ganz Aehnliches.

Ein Beispiel, welches die häufig stattfindende Gültigkeit der obigen Regel bestätigt, liefert nach den auf Seite 42 über die Constanten ε_{31} und ε_{33} des Turmalin gezogenen Schlüsse ein Cylinder dieses Minerals, parallel der Hauptaxe geschnitten. —

Die Beobachtung der Wirkung einer gleichförmigen Erwärmung oder Abkühlung wird dadurch sehr erschwert, dass der Vorgang eine geraume Zeit in Anspruch nimmt und in dieser die inducirte Oberflächenbelegung sich sehr stark ändern kann. Die in Folge dessen eintretenden complicirten Erscheinungen hat Herr Riecke[1]) am Turmalin mit der Messung verfolgt und theoretisch erklärt. Derselbe hat auch nachgewiesen, dass in verdünnter und getrockneter Luft die Leitungsfähigkeit der Oberfläche des Turmalins so gering wird, dass eine in demselben erregte electrische Vertheilung tagelang in fast ungeänderter Stärke nach aussen wirksam bleibt.

Diese wichtige Beobachtung fordert dazu auf, messende Versuche über die Wirkung einer gleichförmigen Erwärmung nur im luftverdünnten Raume vorzunehmen, was erhebliche technische Schwierigkeiten nicht zu bieten scheint. Dergleichen Messungen könnten, falls sie sich auf Krystalle beziehen, deren in Tabelle VII auftretende Constanten ε_{hk} durch piëzoelectrische Beobachtungen bestimmt sind, die exacte Prüfung der Grundannahme dieser Theorie liefern, welche dahin geht, dass in letzter Instanz die electrische Erregung in jedem Volumenelement nur von dessen Deformation abhängt, — eine Prüfung, die in voller Strenge bisher noch nicht angestellt ist.

§ 11. Electrische Erregung durch ungleichförmige, insbesondere durch oberflächliche Erwärmung.

Die Integration der Gleichungen (52) und (52′) bietet im Allgemeinen selbst bei einfachen gegebenen Werthen von ϑ — wie solche streng genommen nicht willkürlich zu erfinden, sondern aus den Glei-

1) E. Riecke, Wied. Ann. **28**, 43, 1886; **31**, 889, 1887; **40**, 264, 1890.

chungen für die Wärmeleitung zu entnehmen sind — unüberwindliche Schwierigkeiten und daher muss auf eine strenge Theorie der bei ungleichförmiger Erwärmung eintretenden electrischen Erregungen zumeist von vornherein verzichtet werden.

Indessen lässt sich ein specieller Fall mit grosser Leichtigkeit behandeln, welcher in Wirklichkeit wenigstens in den ersten Momenten der Erwärmung oder der Abkühlung eines Krystalles von ursprünglich constanter Temperatur angenähert stattfinden muss, besonders auf ebenen Flächen in einigem Abstand von den begrenzenden Kanten.

Es ist der Fall, dass nur eine gegen die gesammte Ausdehnung des Körpers verschwindend dünne Schicht eine von der im Innern stattfindenden verschiedene Temperatur besitzt, und dass letztere nur mit der Richtung der Normalen variirt. In diesem Falle muss eine ursprünglich ebene Begrenzungsfläche bis sehr nahe an die Kanten hin auch eben bleiben, denn der Widerstand des ganzen, noch auf der ursprünglichen Temperatur und daher in seiner natürlichen Form beharrenden Körpers überwindet das Bestreben, sich zu krümmen, welches die Oberflächenschicht in Folge der mit der Normale wechselnden Temperatur besitzt.

Sei die $X'Y'$-Ebene die Grenze des Körpers, dann werden unter den gemachten Voraussetzungen und nach ihren bekannten Bedeutungen die Deformationen

$$x'_x = y'_y = x'_y = 0, \quad z'_z = f_3(z'), \quad y'_z = f_4(z'), \quad z'_x = f_5(z') \tag{55}$$

sein müssen, wobei die f_h Functionen von z' allein bezeichnen.

Dieser Ansatz erfüllt die Gleichungen (54) identisch; er macht ausserdem, wie ϑ, auch die Componenten $X'_x \dots$ zu Functionen von z' allein. Hierdurch nehmen die Hauptgleichungen (52) die Form an

$$\frac{\partial(X'_z + q_5\vartheta)}{\partial z'} = 0, \quad \frac{\partial(Y'_z + q_4\vartheta)}{\partial z'} = 0, \quad \frac{\partial(Z'_z + q_3\vartheta)}{\partial z'} = 0, \tag{55'}$$

während die Oberflächenbedingungen (52') lauten, da die Z'-Axe der Normalen parallel ist,

$$\overline{X}'_z + q_5\overline{\vartheta} = 0, \quad \overline{Y}'_z + q_4\overline{\vartheta} = 0, \quad \overline{Z}'_z + q_3\overline{\vartheta} = 0. \tag{55''}$$

Vorstehenden Bedingungen genügt man, indem man die letzten drei Beziehungen überall als erfüllt annimmt. Man erhält so, indem man berücksichtigt, dass $x'_x = y'_y = x'_y = 0$ ist:

$$\begin{aligned} q'_3\vartheta &= c'_{33}z'_z + c'_{34}y'_z + c'_{35}z'_x, \\ q'_4\vartheta &= c'_{43}z'_z + c'_{44}y'_z + c'_{45}z'_x, \qquad (56) \\ q'_5\vartheta &= c'_{53}z'_z + c'_{54}y'_z + c'_{55}z'_x; \end{aligned}$$

daraus folgt

$$\begin{aligned} z'_z &= \vartheta(q'_3\sigma'_{33} + q'_4\sigma'_{34} + q'_5\sigma'_{35}), \\ y'_z &= \vartheta(q'_3\sigma'_{43} + q'_4\sigma'_{44} + q'_5\sigma'_{45}), \qquad (56') \\ z'_x &= \vartheta(q'_3\sigma'_{53} + q'_4\sigma'_{54} + q'_5\sigma'_{55}), \end{aligned}$$

falls man setzt

$$\begin{gathered} \sigma'\sigma'_{33} = (c'_{44}c'_{55} - c'^2_{45}), \quad \sigma'\sigma'_{44} = (c'_{55}c'_{33} - c'^2_{53}), \quad \sigma'\sigma'_{55} = (c'_{33}c'_{44} - c'^2_{34}), \qquad (56'') \\ \sigma'\sigma'_{45} = \sigma'\sigma'_{54} = (c'_{34}c'_{35} - c'_{33}c'_{45}), \ \sigma'\sigma'_{53} = \sigma'\sigma'_{35} = (c'_{45}c'_{43} - c'_{44}c'_{53}), \ \sigma'\sigma'_{34} = \sigma'\sigma'_{43} = (c'_{53}c'_{54} - c'_{55}c'_{34}), \\ \sigma' = c'_{33}c'_{44}c'_{55} - (c'_{33}c'^2_{45} + c'_{44}c'^2_{53} + c'_{55}c'^2_{34}) + 2c'_{45}c'_{53}c'_{34}. \end{gathered}$$

Aus diesen Deformationen berechnen sich die Momente, wie früher gezeigt ist.

Ist die Z-Axe eine thermische Axe in dem Sinne, dass der thermische Druck normal gegen die $X'Y'$-Ebene wirkt, so ist $q'_4 = q'_5 = 0$ und

$$z'_z = q'_3\vartheta\sigma'_{33}, \quad y'_z = q'_3\vartheta\sigma'_{43}, \quad z'_x = q'_3\vartheta\sigma'_{53}. \qquad (57)$$

Ist ausserdem die Z-Axe eine zwei-, drei-, vier- oder sechszählige elastische Symmetrieaxe, so ist $c'_{34} = c'_{35} = 0$ und es wird

$$\sigma'\sigma'_{33} = c'_{44}c'_{55} - c'^2_{45}, \quad \sigma'_{43} = \sigma'_{53} = 0, \quad \sigma' = c'_{33}(c'_{44}c'_{55} - c'^2_{45}) \qquad (57')$$

also

$$z'_z = \frac{q'_3\vartheta}{c'_{33}}, \quad y'_z = z'_x = 0, \quad \text{dazu } x'_x = y'_y = x'_y = 0. \qquad (57'')$$

Hier wird jedes Volumenelement nur nach der Richtung der Normalen Z' dilatirt und behält im Uebrigen seine Gestalt. Die Dilatation z'_z weicht durchaus von derjenigen ab, welche bei gleichförmiger Erwärmung eintritt und in unserm Falle ergiebt

$$x'_x = a'_1\vartheta, \quad y_y = a'_2\vartheta, \quad z'_z = a'_3\vartheta, \quad y'_z = z'_x = x'_y = 0,$$

und auf dieser Abweichung beruht die Thatsache, dass die oberflächliche

Erwärmung unter Umständen noch eine electrische Erregung giebt, unter denen die gleichförmige Erwärmung wirkungslos ist.

Denn wendet man z. B. den gefundenen Werth auf ein senkrecht zur Nebenaxe **X** durch eine Ebene begrenztes Quarzstück an, das durch gleichförmige Erwärmung n i c h t erregt wird, legt also die Z- in die **X**-Axe und setzt daher nach (57″) $x_x = q_1\vartheta/c_{11}$, so erhält man

$$a_s = \varepsilon_{11} q_1 \vartheta/c_{11}, \quad b_s = 0, \quad c_s = 0;$$

verglichen mit dem in Tabelle V für Gruppe 25) bei einem Druck p_x parallel der **X**-Axe angegebenen Moment

$$a_s = -p_s\left(\varepsilon_{11}(s_{11}-s_{12})+\varepsilon_{14}s_{14}\right), \quad b_s = c_s = 0$$

zeigt dieser Werth, da für Quarz $s_{11} - s_{12} > 0$ und s_{14}, sowie wahrscheinlich ε_{14}, klein ist, dass die oberflächliche Erwärmung hier die entgegengesetzte Erregung ergiebt, als der normale Druck.

Die oberflächliche Erwärmung eines durch eine Ebene normal zur Y-, also parallel zu einer Nebenaxe begrenzten Quarzes giebt hingegen keine electrische Wirkung. Hierdurch erklärt sich die bekannte Erscheinung, dass ein Quarzkrystall, der gleichförmig erwärmt und dann in eine kältere Umgebung gebracht wird, auf den Säulenflächen anfangs, d. h. so lange die Abkühlung noch eine o b e r f l ä c h l i c h e ist, electrische Erscheinungen nur nahe den Kanten giebt, wo die obigen Betrachtungen, wie im Voraus hervorgehoben, nicht anwendbar sind.

Um zu zeigen, dass wirklich eine grössere Zahl von Beobachtungen unter Umständen angestellt ist, welche der vorstehend gemachten Annahme nahe entsprochen haben müssen, sei noch an die von Herrn F r i e d e l[1]) benutzte Methode erinnert. Bei dieser wurde an die Krystallplatten die ebene Fläche einer mit dem Electrometer leitend verbundenen erhitzten Halbkugel angelegt und der erste Ausschlag des Instrumentes beobachtet. Ohne auf die Theorie dieses Experimentes einzugehen, erkennt man durch die blosse Anschauung, dass dabei die Wirkung der Oberflächendichte $\bar{\varepsilon}$ diejenige der inneren Vertheilung ε über-

1) C. F r i e d e l, C. R. **97**, 61, 1883.

wogen haben muss, und man kann daher aus dem Resultat derartiger Beobachtungen auf das Vorzeichen schliessen, welches $\bar{\varepsilon}$ oder c' bei ungleichförmiger Erwärmung an den benutzten Krystallflächen annimmt. —

Da nach unserer Annahme die Schicht variabler Temperatur sehr dünn sein soll gegen die Ausdehnung des ganzen krystallinischen Körpers, so kann man ihr gegenüber auch die Oberfläche des Körpers, wenn sie schwach gekrümmt ist, als eben ansehen und die obigen Formeln auf jede Stelle derselben anwenden, indem man nur Z' überall in die Richtung der Normalen legt. In dieser Weise kann man die electrische Erregung durch oberflächliche Erwärmung für jeden von einer stetig gekrümmten Oberfläche begrenzten krystallinischen Körper berechnen. Die strengen Formeln werden allerdings sehr complicirt.

Eine für nur qualitative Betrachtungen zumeist ausreichende Annäherung erhält man leicht für solche Krystalle, bei welchen die drei Coëfficienten q_1, q_2, q_3 der thermischen Drucke nicht stark von einander abweichen, wie dies z. B. bei Quarz stattfindet, wo nach meinen Beobachtungen $q_1 = q_2 = 144$, $q_3 = 125$ ist; gilt zugleich, wie hier ebenfalls, $q_4 = q_5 = q_6 = 0$, dann ist für jedes Coordinatensystem q'_1, q'_2, q'_3, nahe constant und q'_4, q'_5, q'_6 nahe gleich Null.

Ferner ist für alle mit Symmetrieen behafteten Krystallsysteme σ'_{34} und σ'_{53} klein neben σ'_{33}, verschwindet sogar streng in einer grossen Anzahl von Richtungen, wie leicht näher zu erweisen wäre.

Unter diesen Voraussetzungen ist z'_z viel grösser als y'_z und z'_x, d. h. die Verschiebung der Oberflächentheilchen findet überall nahezu in der Richtung der Normalen statt; sein Werth, als mit ϑ proportional, variirt längs der Oberfläche nur mit der wechselnden thermischen Leitungsfähigkeit nach der Normalen, also im Allgemeinen sehr wenig.

Nun ist, falls γ_1, γ_2, γ_3 wieder die Richtungscosinus der Z'-Axe bezeichnen, bei Vernachlässigung von z'_x und z'_y nach (5):

$$58)\quad x_x = \gamma_1^2 z'_z,\;\; y_y = \gamma_2^2 z'_z,\;\; z_z = \gamma_3^2 z'_z,\;\; y_z = 2\gamma_2\gamma_3 z'_z,\;\; z_x = 2\gamma_3\gamma_1 z'_z,\;\; x_y = 2\gamma_1\gamma_2 z'_z.$$

Durch Einsetzen in die Formeln der Tabelle I kann man sonach leicht die Momente a, b, c in Bezug auf die festen Axen und wegen

$$n = c' = a\gamma_1 + b\gamma_2 + c\gamma_3$$

das Moment n nach der Normalen finden, welches, wenn man für z_s' den in der Oberfläche stattfindenden nahe constanten Werth setzt, zugleich die Dichte $\bar{\varepsilon}$ der Oberflächenschicht angiebt, die, wie wir später sehen werden, in vielen Fällen die Anziehung auf sehr nahe äussere Punkte und damit die Erscheinungen, die bei dem Kundt'schen Bestäubungsverfahren eintreten müssen, bestimmt.

Wir wollen uns aus dem betrachteten Krystall eine Kugel gebildet denken; setzen wir dann

$$\gamma_1 = \cos\psi\cos\varphi, \quad \gamma_2 = \cos\psi\sin\varphi, \quad \gamma_3 = \sin\psi, \tag{59}$$

so bestimmt ψ als geographische Breite gegen die XY-Ebene, φ als geographische Länge gegen die XZ-Ebene zugleich mit der Richtung der Normalen auch den Ort auf der Kugelfläche, auf welchen sich die Formel bezieht.

Wir geben eine Zusammenstellung der resultirenden Momente n, resp. der Oberflächendichten $\bar{\varepsilon}$ nur für die einfacheren Gruppen.

Tabelle VIII.

III. Gruppe 7).

$$n = z_s'\sin\psi\left[\left((\varepsilon_{31}+2\varepsilon_{15})\cos^2\varphi+(\varepsilon_{32}+2\varepsilon_{24})\sin^2\varphi+\varepsilon_{36}\sin 2\varphi\right)\cos^2\psi+\varepsilon_{33}\sin^2\psi\right];$$

die Kugel theilt sich in zwei durch den Aequator geschiedene Hälften von entgegengesetzter Ladung in entsprechenden Punkten, deren Gesetz im Uebrigen je nach den Werthen der Constanten verschieden sein kann.

Gruppe 8).

$$n = z_s'\sin\psi\cos^2\psi\sin 2\varphi\,(\varepsilon_{14}+\varepsilon_{25}+\varepsilon_{36});$$

die Kugelfläche theilt sich in die acht durch die Krystallaxen gegebenen Octanten, welche abwechselnd entgegengesetzte Dichte erhalten.

IV. Gruppe 10) und 13).

$$n = z_s'\sin\psi\left[(\varepsilon_{31}+2\varepsilon_{15})\cos^2\psi+\varepsilon_{33}\sin^2\psi\right];$$

hat $(\varepsilon_{31} + 2\varepsilon_{15})$ und ε_{33} gleiches Vorzeichen, so findet eine Theilung der Kugel in eine positive und eine negative Hälfte statt, wenn nicht, so in vier Zonen abwechselnden Vorzeichens.

Gruppe 11). $n = 0$;
oberflächliche Erwärmung wirkt überhaupt nicht merklich.

Gruppe 14). $n = z'_z \sin\psi \cos^2\psi \sin 2\varphi (2\varepsilon_{14} + \varepsilon_{36})$;
im Wesentlichen wie Gruppe 8).

Gruppe 15).

$$n = z'_z \left[(2\varepsilon_{14} + \varepsilon_{36}) \sin 2\varphi + (2\varepsilon_{15} + \varepsilon_{31}) \cos 2\varphi\right] \cos^2\psi \sin\psi ;$$

die Theilung ähnelt der bei Gruppe 8), doch sind die Octanten nicht diejenigen des Hauptaxensystems.

V. Gruppe 17) und 20) wie 10).
Gruppe 18). $n = 0$.
Gruppe 21). $n = z'_z \varepsilon_{11} \cos 3\varphi \cos^3\psi$;
die Kugel wird durch sechs aequidistante Meridiane, von denen der eine in der YZ-Ebene liegt, in sechs Felder mit abwechselnd entgegengesetzter Ladung getheilt.

Gruppe 22). $n = z'_z (\varepsilon_{11} \cos 3\varphi - \varepsilon_{22} \sin 3\varphi) \cos^3\psi$;
Theilung wie im vorigen Falle, doch fällt keine der Grenzen in eine Coordinatenebene.

Gruppe 24).

$$n = z'_z \left[-\varepsilon_{22} \sin 3\varphi \cos^3\psi + (2\varepsilon_{15} + \varepsilon_{31}) \sin\psi \cos^2\psi + \varepsilon_{33} \sin^3\psi\right] ;$$

Diese Vertheilung stellt sich als eine Superposition der Vertheilungen der Gruppe 10) und 21) dar, wenn man bei letzterer nur die YZ- mit der ZX-Ebene vertauscht.

Demzufolge ist nahe den Polen n in Breitenkreisen constant, nahe dem Aequator aber in Längskreisen, und es ergiebt sich daselbst eine Theilung des Umfanges in sechs Felder entgegengesetzten Vorzeichens durch aequidistante Meridiane von der XZ-Ebene aus.

Dieses Resultat gewinnt eine besondere Bedeutung, wenn man es mit der von Herrn J. und P. Curie[1]) gemachten Mittheilung vergleicht, dass Herr Friedel »durch eine besondere Art der Erwärmung das Vorhandensein von drei schwächeren electrischen Nebenaxen« am Turmalin, der ja der Gruppe 24) angehört, gezeigt habe.

---

1) J. und P. Curie, Journ. de Phys. (2), 1, 247, 1882.

Gruppe 25). $n = s'_z \varepsilon_{11} \cos 3\varphi \cos^3 \psi$;

Theilung in sechs Felder, wie bei Gruppe 21).

Gruppe 27).

$$n = s'_z [\cos^3 \psi (\varepsilon_{11} \cos 3\varphi - \varepsilon_{22} \sin 3\varphi) + (2\varepsilon_{15} + \varepsilon_{31}) \sin \psi \cos^2 \psi + \varepsilon_{33} \sin^3 \psi];$$

diese Vertheilung hat ganz denselben Character wie bei Gruppe 24), nur steht die durch die ersten Glieder gelieferte Sechstheilung des Aequators nicht in directer Beziehung zu den Coordinatenaxen X und Y.

VI. Gruppe 29) und 32). $n = s'_z \varepsilon_{14} 3 \sin \psi \cos^2 \psi \sin 2\varphi$;

Theilung in die acht Octanten des Hauptaxensystemes wie bei Gruppe 8).

Die vorstehend zusammengestellten Werthe der electrischen Momente, welche, wie wiederholt werden mag, auf einer Vernachlässigung beruhen, deren Zulässigkeit in den einzelnen Fällen zu prüfen ist, dürfte dennoch, soweit es sich nur um die Qualität der entwickelten Electricität handelt, in sehr vielen Fällen das Wesentliche der Erregungen, die eine oberflächlich erwärmte oder abgekühlte Kugel annehmen kann, richtig wiedergeben.

Eine Vergleichung mit der Beobachtung gestatten diese Formeln zunächst noch nicht, da die Beobachtung der Einwirkung des erregten Krystalles auf äussere Punkte in allen Fällen, wo die electrischen Momente mit dem Ort variiren, und ganz besonders hier, wo die Aenderung innerhalb einer sehr dünnen Schicht geschieht, einen Schluss auf die Art der Oberflächendichte $\bar{\varepsilon}$ und auf das Moment um die Normale $\bar{n}$ im Allgemeinen nicht gestattet. Die Mittel zur Ausführung einer solchen Vergleichung und hierdurch zu einer neuen Prüfung der Theorie wird uns erst der nächste Abschnitt liefern. —

Bemerkenswerth ist unter den Resultaten der vorstehenden Tabelle, dass einige Krystallsysteme, welche nach ihrer Symmetrie electrische Erregung gestatten, doch auf eine oberflächliche Erwärmung nicht reagiren, nämlich die Gruppen (11) und (18); beide haben keine polaren Symmetrieaxen. —

Die im Obigen benutzte Annäherung verliert ihre Zulässigkeit, wenn die thermischen Drucke q_1, q_2, q_3 stark verschieden sind, besonders,

wenn sie verschiedenes Vorzeichen besitzen; denn dann wird für bestimmte Richtungen nicht nur z'_z nicht gross gegen y'_z und z'_x sein, sondern sogar verschwinden. In diesen Fällen muss man entweder zu den sehr complicirten strengen Formeln, die aus (56') folgen, seine Zuflucht nehmen, oder eine Näherung anderer Art benutzen.

Eine solche ist z. B. möglich, wenn zwar die thermischen Drucke stark mit der Richtung variiren, aber das elastische Verhalten dem der isotropen Körper ähnelt.

In diesem Falle müssten $\sigma'_{45}, \sigma'_{53}, \sigma'_{34}$ sehr klein neben $\sigma'_{33}, \sigma'_{44}, \sigma'_{55}$ und ausserdem

$$\sigma'_{33} = \frac{1}{c_{33}}, \quad \sigma'_{44} = \sigma'_{55} = \frac{1}{c_{44}} \text{ sein.}$$

Es wäre dann also, wenn wir uns auf Krystalle der letzten vier Systeme beschränken, in Rücksicht auf die für die q'_h geltenden Formeln (26')

$$60) \quad \begin{gathered} z'_z = \frac{\vartheta}{c_{33}}(q_1\gamma_1^2 + q_2\gamma_2^2 + q_3\gamma_3^2), \\ y'_z = \frac{\vartheta}{c_{44}}(q_1\beta_1\gamma_1 + q_2\beta_2\gamma_2 + q_3\beta_3\gamma_3), \quad z'_x = \frac{\vartheta}{c_{44}}(q_1\alpha_1\gamma_1 + q_2\alpha_2\gamma_2 + q_3\alpha_3\gamma_3). \end{gathered}$$

Hieraus folgt, wenn man für die erste dieser Klammern das Symbol q'_3 der Kürze halber beibehält,

$$60') \quad \begin{gathered} x_x = \vartheta\gamma_1^2\left[q'_3\left(\frac{1}{c_{33}} - \frac{1}{c_{44}}\right) + \frac{q_1}{c_{44}}\right], \quad y_y = \vartheta\gamma_2^2\left[q'_3\left(\frac{1}{c_{33}} - \frac{1}{c_{44}}\right) + \frac{q_2}{c_{44}}\right], \quad z_z = \vartheta\gamma_3^2\left[q'_3\left(\frac{1}{c_{33}} - \frac{1}{c_{44}}\right) + \frac{q_3}{c_{44}}\right], \\ y_z = 2\vartheta\gamma_2\gamma_3\left[q'_3\left(\frac{1}{c_{33}} - \frac{1}{c_{44}}\right) + \frac{q_2+q_3}{2c_{44}}\right], \quad z_x = 2\vartheta\gamma_3\gamma_1\left[q'_3\left(\frac{1}{c_{33}} - \frac{1}{c_{44}}\right) + \frac{q_3+q_1}{2c_{44}}\right], \\ x_y = 2\vartheta\gamma_1\gamma_2\left[q'_3\left(\frac{1}{c_{33}} - \frac{1}{c_{44}}\right) + \frac{q_1+q_2}{2c_{44}}\right]. \end{gathered}$$

Mit Hülfe dieser Werthe kann man leicht die Momente für beliebige specielle Fälle bilden, aber die Formeln werden auch so meist noch recht unübersichtlich. Ein einfacher Fall ist derjenige der Gruppe 25) (Quarz), wo $q_1 = q_2$ ist. Hier erhält man unter Einführung der Winkel φ und ψ

$$61) \quad n = \vartheta\varepsilon_{11}\left[q'_3\left(\frac{1}{c_{33}} - \frac{1}{c_{44}}\right) + \frac{q_1}{c_{44}}\right]\cos 3\varphi \cos^3\psi;$$

da $q_3' = q_1 \cos^2\psi + q_3 \sin^2\psi$ ist, so giebt dies auch:

$$n = \vartheta \varepsilon_{11} \left[\frac{q_1}{c_{44}} + (q_3 - q_1) \left(\frac{1}{c_{33}} - \frac{1}{c_{44}} \right) \sin^2\psi \right] \cos 3\varphi \cos^2\psi. \tag{61'}$$

Die Formel unterscheidet sich von der oben für dieselbe Gruppe gegebenen dadurch, dass nach ihr die sechs Felder, in welche die Kugel durch aequidistante Meridiane getheilt ist, nochmals durch zwei symmetrisch zum Aequator gelegene Breitenkreise je in drei Stücke abwechselnd entgegengesetzten Vorzeichens zerlegt sein können.

Um auch einige Beispiele für die strengen Formeln zu geben, betrachten wir zunächst einen Kreiscylinder, der aus einem Krystall der Gruppe (25) (Quarz) parallel der Hauptaxe gefertigt ist, bei wie angenommen oberflächlicher Erwärmung. Die X'-Axe sei die Normale an einer beliebigen Stelle des Cylinders, die Z'-Axe falle in die Hauptaxe Z.

Dann sind die y_y', z_z', y_z' gleich Null und für die übrigen folgt aus dem System (57) durch cyclische Vertauschung

$$x_x' = \vartheta q_1' \sigma_{11}', \quad x_y' = \vartheta q_1' \sigma_{61}', \quad x_z' = \vartheta q_1' \sigma_{51}', \tag{62}$$

worin

$$\begin{gathered} \sigma' \sigma_{11}' = c_{55}' c_{66}' - c_{56}'^2, \quad \sigma' \sigma_{61}' = c_{56}' c_{51}' - c_{55}' c_{61}', \quad \sigma' \sigma_{51}' = c_{61}' c_{65}' - c_{66}' c_{15}', \\ \sigma' = c_{11}' c_{55}' c_{66}' - (c_{11}' c_{56}'^2 + c_{55}' c_{61}'^2 + c_{66}' c_{15}'^2) + 2 c_{56}' c_{61}' c_{15}' \end{gathered} \tag{62'}$$

ist. Da die Z- oder Z'-Axe dreizählige Symmetrieaxe ist, drücken sich diese Grössen verhältnissmässig einfach durch die Hauptelasticitätsconstanten c_{hk} aus; es ist nämlich

$$\begin{aligned} c_{11}' &= c_{11}, \quad c_{55}' = c_{44}, \quad c_{66}' = \tfrac{1}{2}(c_{11} - c_{14}), \quad c_{61}' = 0, \\ c_{15}' &= -c_{25}' = c_{14} \beta (\beta^2 - 3\alpha^2) - c_{25} \alpha (\alpha^2 - 3\beta^2), \\ c_{56}' &= +c_{14}' = c_{14} \alpha (\alpha^2 - 3\beta^2) + c_{25} \beta (\beta^2 - 3\alpha^2). \end{aligned} \tag{62''}$$

Ferner erhält man nach (5)

$$\begin{gathered} x_x = \alpha^2 x_x' + \alpha\beta x_y', \quad y_y = \beta^2 x_x' - \alpha\beta x_y', \quad z_z = 0, \\ y_z = -\beta z_x', \quad z_x = +\alpha z_x', \quad x_y = -2\alpha\beta x_x' + (\alpha^2 - \beta^2) x_y', \end{gathered} \tag{63}$$

und nach (4') das gesuchte Moment

$$n = a' = a\alpha - b\beta. \tag{63'}$$

Nimmt man hinzu, dass für alle Fälle, wo die Z-Axe dreizählige Symmetrieaxe ist,

$$
63'') \qquad \begin{aligned} a &= \varepsilon_{11}(x_x - y_y) + \varepsilon_{14} y_z + \varepsilon_{15} z_x - \varepsilon_{22} x_y, \\ b &= -\varepsilon_{22}(x_x - y_y) + \varepsilon_{15} y_z + \varepsilon_{14} z_x - \varepsilon_{11} x_y, \end{aligned}
$$

so sind damit alle zur Bestimmung von n in diesen Fällen nöthigen Formeln zusammengestellt.

Wir wollen aber speciell einen Krystall der Gruppe 25 (Quarz) betrachten und haben so einfacher

$$
a = \varepsilon_{11}(x_x - y_y) + \varepsilon_{14} y_z, \quad b = -\varepsilon_{14} z_x - \varepsilon_{11} x_y.
$$

Hier ergiebt sich, da noch $q_1 = q_1'$ ist,

$$
64) \qquad n = \frac{q_1 \vartheta \varepsilon_{11}}{2\sigma}\left[c_{44}(c_{11} - c_{12}) - 2c_{14}^2\left(\alpha^2(\alpha^2 - 3\beta^2)^2 + \beta^2(\beta^2 - 3\alpha^2)^2\right)\right]\alpha(\alpha^2 - 3\beta^2),
$$

wobei

$$
2\sigma = c_{11} c_{44}(c_{11} - c_{12}) - c_{14}^2\left(2c_{11}\alpha^2(\alpha^2 - 3\beta^2)^2 + (c_{11} - c_{12})\beta^2(\beta^2 - 3\alpha^2)^2\right).
$$

Führt man den Winkel φ zwischen der X- und X'-Axe ein und setzt also

$$
\alpha = \cos\varphi, \qquad \beta = \sin\varphi,
$$

so wird sehr einfach:

$$
64') \qquad \begin{aligned} n &= q_1 \frac{\vartheta \varepsilon_{11}}{2\sigma}[c_{44}(c_{11} - c_{12}) - 2c_{14}^2]\cos 3\varphi, \\ 2\sigma &= c_{11}\left(c_{44}(c_{11} - c_{12}) - 2c_{14}^2\right) - c_{14}^2(c_{11}\cos^2 3\varphi - c_{12}\sin^2 3\varphi). \end{aligned}
$$

Man erkennt, wie sich hier durch die strenge Behandlung dieselbe Eintheilung des Umfangs des Quarzcylinders in sechs Zonen mit entgegengesetzter Ladung ergiebt, bemerkt aber auch, dass das Gesetz der Dichtigkeit sich etwas von dem oben mitgetheilten angenäherten unterscheidet.

Relativ einfach werden ferner die strengen und allgemeinen Formeln für das reguläre System, da dort $q_4' = q_5' = 0$ und $q_3' = q$ constant ist. Die Gleichungen (57) geben also

$$
65) \qquad z_z' = \vartheta q \sigma_{33}', \quad y_z' = \vartheta q \sigma_{43}', \quad z_x' = \vartheta q \sigma_{53}'.
$$

Um die σ_{hk} zu berechnen, ist zu benutzen, dass für das reguläre System nach den Formeln (26) und dem Schema auf Seite 31 gilt:

$$\begin{aligned} c'_{33} &= c_{11} - 2c_0(\gamma_2^2\gamma_3^2 + \gamma_3^2\gamma_1^2 + \gamma_1^2\gamma_2^2),\\ c'_{44} &= c_{44} + \ \ c_0(\beta_1^2\gamma_1^2 + \beta_2^2\gamma_2^2 + \beta_3^2\gamma_3^2),\\ c'_{55} &= c_{44} + \ \ c_0(\gamma_1^2\alpha_1^2 + \gamma_2^2\alpha_2^2 + \gamma_3^2\alpha_3^2),\\ c'_{34} &= c_0(\gamma_1^3\beta_1 + \gamma_2^3\beta_2 + \gamma_3^3\beta_3),\\ c'_{35} &= c_0(\gamma_1^3\alpha_1 + \gamma_2^3\alpha_2 + \gamma_3^3\alpha_3),\\ c'_{45} &= c_0(\gamma_1^2\alpha_1\beta_1 + \gamma_2^2\alpha_2\beta_2 + \gamma_3^2\alpha_3\beta_3), \end{aligned} \qquad 65')$$

falls $c_{11} - c_{12} - 2c_{44} = c_0$ gesetzt wird. Andererseits ist das Moment nach der Normale auf der Kugel gegeben durch

$$n = c' = 2\varepsilon_{14}[z'_z 3\gamma_1\gamma_2\gamma_3 + y'_z(\beta_1\gamma_2\gamma_3 + \beta_2\gamma_3\gamma_1 + \beta_3\gamma_1\gamma_2) + x'_z(\alpha_1\gamma_2\gamma_3 + \alpha_2\gamma_3\gamma_1 + \alpha_3\gamma_1\gamma_2)].$$

Setzt man hier die Werthe der z'_z, y'_z, z'_x nach (65) ein, so erhält man nach etwas umständlichen Reductionen die Schlussformel

$$n = c' = \frac{\left(3c_{44}^2 - 2c_0c_{44} + c_0^2(\gamma_2^2\gamma_3^2 + \gamma_3^2\gamma_1^2 + \gamma_1^2\gamma_2^2)\right)2c_{14}\gamma_1\gamma_2\gamma_3 q\vartheta}{c_{11}c_{44}^2 + c_0c_{44}\left(2(c_{11}+c_{44}) - 3c_0\right)(\gamma_2^2\gamma_3^2 + \gamma_3^2\gamma_1^2 + \gamma_1^2\gamma_2^2) + c_0^2(3c_{11} - 9c_{44} - 2c_0)\gamma_1^2\gamma_2^2\gamma_3^2}, \qquad 65'')$$

welche zugleich das Gesetz der Oberflächendichtigkeit $\bar{\varepsilon}$ auf der oberflächlich erwärmten oder abgekühlten Kugel angiebt.

Auch die strengere Formel lässt, wie die angenäherte auf Seite 79, die Dichte $\bar{\varepsilon}$ in den Schnittkreisen der Axenebenen mit der Kugel verschwinden, aber das Gesetz, welchem dieselbe in den vier Octanten folgt, ist von dem früheren verschieden und zwar um so mehr, je mehr c_0, welches für isotrope Medien verschwindet, von Null abweicht.

Führt man mit Hülfe der Relationen (59) die Winkel φ und ψ ein, so wird in der letzten Formel

$$\begin{aligned} \gamma_2^2\gamma_3^2 + \gamma_3^2\gamma_1^2 + \gamma_1^2\gamma_2^2 &= \cos^2\psi(\sin^2\psi + \cos^2\psi\sin^2\varphi\cos^2\varphi),\\ 2\gamma_1\gamma_2\gamma_3 &= \sin\psi\cos^2\psi\sin 2\varphi. \end{aligned}$$

Da die Beobachtungen, welche die oberflächliche Erwärmung oder Abkühlung benutzen, wegen der Veränderlichkeit des vorausgesetzten Zustandes mit der Zeit kaum eine grosse Genauigkeit erhalten können, so wollen wir die strengen Formeln nicht noch für weitere Gruppen entwickeln. —

Der Fall der oberflächlichen Erwärmung scheint gegenwärtig neben dem Fall der constanten Temperatur und den hiermit aequivalenten der einzige zu sein, der sich streng durchführen lässt. Das schliesst nicht

aus, dass sich in manchen Fällen durch Discussion der aufgestellten Formeln ohne Integration Schlüsse über die Qualität der electrischen Erregung ziehen lassen, welche die vollständige Erklärung qualitativer Beobachtungen liefern.

Auch für eine solche Verwendung der Gleichungen sei nur ein Beispiel von hervorragendem Interesse gegeben.

Es werde eine kreisförmige Quarzplatte, senkrecht zur Hauptaxe Z geschnitten, vom Centrum oder vom Rande her rings gleichförmig erwärmt.

Zu einer beliebigen Zeit wird dann, da die Leitungsfähigkeit und Elasticität in der Aequatorebene rings um die Axe constant ist, der Zustand nur eine Function von $x^2+y^2 = e^2$ und z sein. Speciell seien die drei Verrückungscomponenten

$$u = \frac{x}{e} f(e,z), \quad v = \frac{y}{e} f(e,z), \quad w = F(e,z),$$

also die Deformationen

66)
$$x_x = \left(\frac{x}{e}\right)^2 f' + \left(\frac{y}{e}\right)^2 \frac{f}{e}, \quad y_y = \left(\frac{y}{e}\right)^2 f' + \left(\frac{x}{e}\right)^2 \frac{f}{e}, \quad z_z = \frac{\partial F}{\partial z},$$
$$y_z = \frac{y}{e}\left(\frac{\partial f}{\partial z} + F'\right), \quad z_x = \frac{x}{e}\left(\frac{\partial f}{\partial z} + F'\right), \quad x_y = \frac{2xy}{e^2}\left(f' - \frac{f}{e}\right),$$

worin durch die oberen Indices die Differentialquotienten nach e bezeichnet werden mögen.

Benutzt man, dass für die Gruppe 25) (Quarz)

$$a = \varepsilon_{11}(x_x - y_y) + \varepsilon_{14} y_z, \quad b = -\varepsilon_{14} z_x - \varepsilon_{11} x_y, \quad c = 0$$

ist, so erhält man bei Einführung zweier Abkürzungen Φ und Ψ:

66′)
$$a = \varepsilon_{11} \frac{x^2-y^2}{e^2}\left(f' - \frac{f}{e}\right) + \varepsilon_{14} \frac{y}{e}\left(\frac{\partial f}{\partial z} + F'\right) = \varepsilon_{11} \frac{x^2-y^2}{e^2} \Phi + \varepsilon_{14} \frac{y}{e} \Psi,$$
$$b = -\varepsilon_{14} \frac{x}{e}\left(\frac{\partial f}{\partial z} + F'\right) - \varepsilon_{11} \frac{2xy}{e^2}\left(f' - \frac{f}{e}\right) = -\varepsilon_{14} \frac{x}{e} \Psi - \varepsilon_{11} \frac{2xy}{e^2} \Phi.$$

Die Dichte $\bar{\varepsilon}$ der Oberflächenschicht auf den Grundflächen der Platte ist hier gleich Null, da c verschwindet; tritt also bei der Erwärmung eine Wirkung auf den Grundflächen nahe äussere Punkte ein, so kann sie nur von der räumlichen Dichte ε im Innern der Platte herrühren. Diese Dichte findet sich nach Formel (3′) hier

$$\varepsilon = \varepsilon_{11}\left(\frac{\Phi}{e^2}\right)' \frac{x(x^2-3y^2)}{e} = \varepsilon_{11}\left[f'' - \frac{3}{e}\left(f' - \frac{f}{e}\right)\right]\cos 3\varphi, \qquad 66'')$$

falls man $x/e = \cos\varphi$, $y/e = \sin\varphi$ setzt und $(\Phi/e^2)'$ berechnet.

Dabei ist f die Verschiebung, f' die lineäre Dilatation parallel e, f'' der Zuwachs der letzteren auf der Längeneinheit; alle drei sind rings um das Centrum der Platte constant.

Geschieht die Erwärmung vom Centrum aus, so ist f überall positiv und wächst längs e bis zu einem Maximum, um sodann, und zwar nach dem Rande zu allmählich langsamer, wieder abzunehmen. Auf dem Rande nahen Theilen der Platte ist also der Factor von $\varepsilon_{11}\cos 3\varphi$ jedenfalls positiv; die Methode der Bestäubung giebt daher, wie man bei der Einfachheit der Verhältnisse ohne Rechnung sofort aus den gefundenen Werthen von ε schliessen kann, eine Theilung des Randstückes der Platte in sechs Theile abwechselnden Vorzeichens, wobei der Theil, welcher die $+X$-Axe enthält, positiv, der mit der $-X$-Axe negativ geladen erscheint, falls man $\varepsilon_{11} > 0$ voraussetzt.

Findet hingegen die Erwärmung von der Peripherie her statt, so wird f vom Centrum aus dauernd, und zwar nach aussen hin allmählich langsamer, wachsen; nahe dem Rande wird in Folge dessen der Factor von $\varepsilon_{11}\cos 3\varphi$ negativ sein. Demgemäss findet hier die Eintheilung nach demselben Gesetz statt, wie zuvor, aber die Ladungen sind die entgegengesetzten. Sie stimmen dem Sinne nach überein mit den an der Kugel bei oberflächlicher Abkühlung erhaltenen.

Dies theoretische Resultat ist in jeder Einzelheit in Uebereinstimmung mit den von Herrn Röntgen[1]) angestellten Beobachtungen.

§ 12. Das electrische Potential ungleichförmig erwärmter Krystalle, insbesondere dünner Cylinder und oberflächlich erwärmter Kugeln.

Die Schwierigkeit, welche bei der Bestimmung der Potentiale mechanisch deformirter Krystalle auftrat, macht sich auch bei dem

1) W. C. Röntgen, Wied. Ann. **19**, 515, 1883.

analogen Problem für die thermisch deformirten Krystalle geltend, und zwar um so mehr, als hier schon die Bestimmung der electrischen Momente nur in sehr wenigen Fällen möglich ist.

Es ist daher von Interesse, dass in einem bestimmten und experimentell wohl zugänglichen Falle sich das Potential berechnen lässt, ohne dass das Gesetz der Temperaturvertheilung und der Momente bekannt ist. Diesen Fall wollen wir zuerst erledigen.

Es sei ein Cylinder gegeben, der entweder eine gegen den Querschnitt grosse Länge besitzt oder an seinen beiden Endflächen mit einer nahezu adiathermanen Hülle bedeckt ist, und es werde sein Potential auf Punkte gesucht, welche so weit von dem Cylinder entfernt sind, dass man das Quadrat seiner Querdimensionen neben dem Quadrat dieser Entfernung vernachlässigen kann. Der Querschnitt sei im Uebrigen beliebig, habe aber eine centrisch symmetrische Form.

Ist dieser Cylinder bei constanter anfänglicher Temperatur in eine wärmere oder kältere Umgebung gebracht, so wird seine Temperatur in allen Querschnitten demselben Gesetz gehorchen und eine centrisch symmetrische Vertheilung besitzen. In Folge dessen werden auch die Gesammtspannungen $X'_x + q'_1 \vartheta, \ldots$ die Z'-Coordinate nicht enthalten.

Bezeichnet man mit Θ die mittlere Temperatur des Querschnittes, so gelten ferner zu jeder Zeit die Formeln:

$$67)\qquad \int X'_x\,dQ = -q'_1 \Theta Q_z, \int Y'_y\,dQ = -q'_2 \Theta Q_z, \int Z'_z\,dQ = -q'_3 \Theta Q_z, \ldots,$$

während alle Integrale, welche neben einem der elastischen Drucke eine Coordinate x oder y linear enthalten, verschwinden.

Führt man in den allgemeinen Ausdruck (2) des Potentiales die Werthe (20) der Momente ein, wie dies in (48″) ausgeführt ist, und entwickelt e und r nach Potenzen von x' und y' bis zu den Gliedern zweiter Ordnung exclusive, so kann man die Integration ausführen und erhält

$$67')\qquad \begin{aligned} V'_z &= -\Theta Q_z \left[\frac{x'_1(z'_1 - z')}{r_1 e_1^2} (\delta'_{11} q'_1 + \ldots) + \frac{y'_1(z'_1 - z')}{r_1 e_1^2} (\delta'_{21} q'_1 + \ldots) - \frac{1}{r_1} (\delta'_{31} q'_1 + \ldots) \right]_{z'=0}^{z'=l}, \\ &= -\Theta Q_z \left[\frac{x'_1(z'_1 - z')}{r_1 e_1^2} (\varepsilon'_{11} a'_1 + \ldots) + \frac{y'_1(z'_1 - z')}{r_1 e_1^2} (\varepsilon'_{21} a'_1 + \ldots) - \frac{1}{r_1} (\varepsilon'_{31} a'_1 + \ldots) \right]_{z'=0}^{z'=l}; \end{aligned}$$

hierbei sind bereits die zwischen den δ_{hk} und ε_{hk} sowie zwischen den q_i und a_i bestehenden Relationen (28') und (25) eingeführt.

Dies Potential hat die Form des Potentiales zweier Belegungen auf den Querschnitten $z' = 0$ und $z' = l$, deren Dichte allerdings vom Ort des angezogenen Punktes abhängt. Es ist hervorzuheben, dass bei der gemachten Annahme die Endquerschnitte nicht wie einzelne electrische Theilchen, sondern eher wie electrische Moleküle wirken. Demzufolge ist auch die Kraft, welche ein electrischer Punkt erfährt, keineswegs ringsum die Z'-Axe constant.

Allerdings in allen Fällen, wo die Z'-Axe eine zwei-, drei-, vier-, oder sechszählige Symmetrieaxe ist, verschwinden die beiden ersten Glieder und bleibt nur das letzte, das Potential der Wirkung zweier Pole in $z' = 0$ und $z' = l$ von der Ladung $\theta Q_s(\varepsilon'_{31} a'_1 + \ldots)$ darstellend.

Der Werth (67') lässt sich viel einfacher schreiben, wenn man die electrischen Momente a'_θ. b'_θ, c'_θ einführt, welche in dem Krystall bei gleichförmiger Erwärmung auf die mittlere Temperatur θ erregt werden. Er lautet dann nach (54'):

$$V'_s = -Q_s \left[\frac{z'_1 - z'}{r_1 e_1^2} (x'_1 a'_\theta + y'_1 b'_\theta) - \frac{1}{r_1} c'_\theta \right]_{z'=0}^{z'=l}. \qquad 68)$$

Führt man noch das resultirende Moment m'_θ und die Richtung m seiner Axe ein, so erhält man, da $x_1'^2 + y_1'^2 = e_1^2$ ist:

$$V'_s = -m'_\theta Q_s \left[\frac{z'_1 - z'}{r_1 e_1} \cos(m, e_1) - \frac{\cos(m, z')}{r_1} \right]_{z'=0}^{z'=l}. \qquad 68')$$

Da bei gleichförmiger Erwärmung nur die Krystalle mit einer ausgezeichneten Axe und zwar immer parallel dieser Axe, welche stets zur Z-Axe gewählt war, electrisch polarisirt werden, so ist das gefundene Resultat sehr anschaulich. Es ist bemerkenswerth, dass, auch, wenn die electrische Axe gegen die Cylinderaxe geneigt ist, die Wirkung des Cylinders auf äussere Punkte doch immer von den Endquerschnitten auszugehen scheint. —

Was nun die Behandlung derjenigen Fälle betrifft, in welchen die Deformationen durch Erwärmung bekannt sind, so ist für einen gleich-

förmig erwärmten Krystall das Potential auf äussere Punkte allein durch das Oberflächenintegral $\int \varepsilon do/r$ gegeben und die Beurtheilung der Art seiner Einwirkung daher zumeist ohne alle Rechnung möglich. Hat der Krystall nur eine polare Symmetrieaxe und die Form eines ihr parallelen, an den Enden beliebig begrenzten, Cylinders, so geht nur von diesen Enden eine Wirkung aus.

Complicirter liegt die Sache für ungleichförmig erwärmte Körper. Der Fall eines oberflächlich erwärmten Kreis-Cylinders von gegen seinen Querschnitt sehr grosser Länge lässt sich in der Art, wie auf Seite 57 dargestellt ist, behandeln. Grösseres Interesse noch bietet wegen der vorliegenden Beobachtungen der Fall einer oberflächlieh erwärmten oder abgekühlten Kugel.

Um allgemein das Potential einer ungleichförmig electrisirten Kugel auf einen äussern Punkt zu berechnen, gehen wir aus von der Formel

$$V = \int dk \left(a \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial x} + b \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial y} + c \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial z} \right),$$

worin $r^2 = (x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2 + (z_1 - z)^2$ das Quadrat der Entfernung des angezogenen Punktes x_1, y_1, z_1 oder $\rho_1, \psi_1, \varphi_1$ von dem Volumenelement dk an der Stelle x, y, z oder ρ, ψ, φ bezeichnet. Setzt man

69) $$J_1 = \int \frac{a\,dk}{r}, \quad J_2 = \int \frac{b\,dk}{r}, \quad J_3 = \int \frac{c\,dk}{r},$$

so kann man auch schreiben

69′) $$V = -\left(\frac{\partial J_1}{\partial x_1} + \frac{\partial J_2}{\partial y_1} + \frac{\partial J_3}{\partial z_1} \right).$$

Die Momente a, b, c seien in Reihen nach Kugelfunctionen dargestellt und zwar sei

69″) $$a = \sum_0^\infty X^h, \quad b = \sum_0^\infty Y^h, \quad c = \sum_0^\infty Z^h,$$

worin die X^h, Y^h, Z^h von ρ, $\sin\psi = \mu$, φ abhängen.

Zugleich sei $\frac{1}{r}$ nach Kugelfunctionen entwickelt und zwar gesetzt, da $\rho_1 > \rho$ ist,

$$\frac{1}{r} = \sum_0^\infty \frac{\rho^n}{\rho_1^{n+1}} P^n,$$

wo nun die P^n symmetrisch in μ, μ_1 und φ, φ_1 sind.

Dann berechnet sich sogleich

$$J_1 = \sum_0^\infty \frac{4\pi}{2n+1}\int_0^R \frac{\rho^{n+2}d\rho}{\rho_1^{n+1}} X_1^n, \quad J_2 = \sum_0^\infty \frac{4\pi}{2n+1}\int_0^R \frac{\rho^{n+2}d\rho}{\rho_1^{n+1}} Y_1^n, \quad J_3 = \sum_0^\infty \frac{4\pi}{2n+1}\int_0^R \frac{\rho^{n+2}d\rho}{\rho_1^{n+1}} Z_1^n,$$

worin der untere Index an X^n, Y^n, Z^n bezeichnen soll, dass in diesen Functionen ψ und φ mit ψ_1 und φ_1 vertauscht ist.

Wir wollen nun die vereinfachende Annahme einführen, dass die sämmtlichen X^n, Y^n, Z^n den Radius ρ nur in einem gemeinsamen Factor P enthalten, so dass gesetzt werden kann

$$X_1^n = P\Xi_1^n, \quad Y_1^n = PH_1^n, \quad Z_1^n = PZ_1^n; \tag{70}$$

die Ξ, H, Z sind hierin Functionen von ψ_1 und φ_1 allein.

Setzt man noch

$$\int_0^R P\rho^{n+2} d\rho = P^n, \tag{70'}$$

so folgt:

$$J_1 = \sum_0^\infty \frac{4\pi\Xi_1^n P^n}{(2n+1)\rho_1^{n+1}}, \quad J_2 = \sum_0^\infty \frac{4\pi H_1^n P^n}{(2n+1)\rho_1^{n+1}}, \quad J_3 = \sum_0^\infty \frac{4\pi Z_1^n P^n}{(2n+1)\rho_1^{n+1}}. \tag{70''}$$

Diese Resultate gestatten die Anwendung auf den uns besonders wichtigen Fall der oberflächlich erwärmten Kugel, bei welcher die eingeführte Annahme nahe erfüllt ist.

Nach den Werthen (58) sind bei der im vorigen Abschnitt erörterten Annäherung die electrischen Momente a, b, c lineäre Functionen der sechs Argumente

$$x_x = z_z' \nu^2\cos^2\varphi, \quad y_y = z_z'\nu^2\sin^2\varphi, \quad z_z = z_z'\mu^2, \quad y_z = z_z' 2\mu\nu\sin\varphi, \quad z_x = z_z' 2\mu\nu\cos\varphi,$$
$$x_y = z_z'\nu^2\sin 2\varphi,$$

worin z_z' eine unbekannte Function von ρ und ν kurz für $\sqrt{1-\mu^2}$ gesetzt ist.

Da nun die zweite Kugelfunction ein in den fünf Gliedern

$$2-3\nu^2, \quad \mu\nu\cos\varphi, \quad \mu\nu\sin\varphi, \quad \nu^2\cos 2\varphi, \quad \nu^2\sin 2\varphi,$$

homogen lineärer Ausdruck ist, so folgt, dass die Momente a, b, c sich durch Kugelfunctionen nullter und zweiter Ordnung ausdrücken lassen.

In der That, schreibt man den allgemeinen Ansatz (1) in der Form:

$$a = \frac{\varepsilon_{11} + \varepsilon_{12} + \varepsilon_{13}}{3}\delta + \frac{\varepsilon_{11} - \varepsilon_{12}}{2}(x_x - y_y) + \frac{\varepsilon_{11} + \varepsilon_{12} - 2\varepsilon_{13}}{6}(x_x + y_y - 2z_z)$$
$$+ \varepsilon_{14} y_z + \varepsilon_{15} z_x + \varepsilon_{16} x_y,$$

worin $\delta = x_x + y_y + z_z$ die cubische Dilatation bezeichnet, so ist bei den obigen Werthen $x_x \dots$ das erste Glied von μ und φ unabhängig, die übrigen bilden eine Kugelfunction zweiter Ordnung.

Wir schreiben die letztere Formel

$$71)\quad a = \frac{\varepsilon_{11} + \varepsilon_{12} + \varepsilon_{13}}{3}\delta + \frac{2\varepsilon_{11} - \varepsilon_{12} - \varepsilon_{13}}{3}x_x + \frac{2\varepsilon_{12} - \varepsilon_{13} - \varepsilon_{11}}{3}y_y + \frac{2\varepsilon_{13} - \varepsilon_{11} - \varepsilon_{12}}{3}z_z$$
$$+ \varepsilon_{14} y_z + \varepsilon_{15} z_x + \varepsilon_{16} x_y$$

und kürzen sie ab in

$$71')\quad a = m_0\delta + m_1 x_x + m_2 y_y + m_3 z_z + m_4 y_z + m_5 z_x + m_6 x_y,$$

ebenso die Werthe für b und c in

$$71'')\quad b = n_0\delta + n_1 x_x + n_2 y_y + \dots, \quad c = p_0\delta + p_1 x_x + p_2 y_y + \dots .$$

Diese Ausdrücke sind in (70″) einzusetzen, wobei nun

$$\int_0^R z'_z \rho^{n+2} d\rho = P^n$$

wird. Ist die Schicht abweichender Temperatur auf der Kugel sehr dünn gegenüber dem Kugelradius R, so ist, falls man

$$\int_0^R z'_z d\rho = \Theta \text{ setzt}, \quad P^0 = R^2\Theta, \quad P^2 = R^4\Theta.$$

Das Resultat schreibt sich am kürzesten in der früheren Bezeichnung (58)

$$72)\quad J_1 = 4\pi\left\{\frac{P^0}{\rho_1}m_0 + \frac{P^2}{5\rho_1^3}(m_1\gamma_1'^2 + m_2\gamma_2'^2 + m_3\gamma_3'^2 + 2m_4\gamma_2'\gamma_3' + 2m_5\gamma_3'\gamma_1' + 2m_6\gamma_1'\gamma_2')\right\};$$

ähnlich lautet J_2 und J_3; γ_1', γ_2', γ_3' sind dabei die Richtungscosinus des Radiusvectors ρ_1 nach dem angezogenen Punkte. Durch Differentiation erhält man hieraus:

$$
\begin{aligned}
-\frac{\partial J_1}{\partial x_1} &= 4\pi\left\{\frac{P^0}{\rho_1^2} m_0 \gamma_1' - \frac{2P^2}{5\rho_1^4}(m_1\gamma_1' + m_6\gamma_2' + m_5\gamma_3') + \frac{P^2}{\rho_1^4}\gamma_1'(m_1\gamma_1'^2 + m_2\gamma_2'^2 + \ldots)\right\},\\
-\frac{\partial J_2}{\partial y_1} &= 4\pi\left\{\frac{P^0}{\rho_1^2} n_0 \gamma_2' - \frac{2P^2}{5\rho_1^4}(n_6\gamma_1' + n_2\gamma_2' + n_4\gamma_3') + \frac{P^2}{\rho_1^4}\gamma_2'(n_1\gamma_1'^2 + n_2\gamma_2'^2 + \ldots)\right\},\\
-\frac{\partial J_3}{\partial z_1} &= 4\pi\left\{\frac{P^0}{\rho_1^2} p_0 \gamma_3' - \frac{2P^2}{5\rho_1^4}(p_5\gamma_1' + p_4\gamma_2' + p_3\gamma_3') + \frac{P^2}{\rho_1^4}\gamma_3'(p_1\gamma_1'^2 + p_2\gamma_2'^2 + \ldots)\right\}.
\end{aligned}
\tag{73}
$$

Die Summe dieser Glieder giebt das gesuchte Potential der oberflächlich erwärmten oder abgekühlten Kugel auf äussere Punkte.

Beachtet man, dass sich nach (58) und (71′) schreiben lässt

$$
a = z_s'(m_0 + m_1\gamma_1^2 + m_2\gamma_2^2 + \ldots),\; b = z_s'(n_0 + n_1\gamma_1^2 + n_2\gamma_2^2 + \ldots),\; c = z_s'(p_0 + p_1\gamma_1^2 + p_2\gamma_2^2 + \ldots), \tag{73'}
$$

und dass das Moment um die Richtung des Radius ρ

$$
n = c' = a\gamma_1 + b\gamma_2 + c\gamma_3
$$

ist, so erkennt man, dass das Potential V im Allgemeinen ganz anders mit der Richtung variirt, als die Oberflächendichte $\bar{\varepsilon} = \bar{n}$.

Diese Verschiedenheit verschwindet, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

$$
\begin{gathered}
m_0 = n_0 = p_0 = 0,\\
m_1 + n_6 + p_5 = m_6 + n_2 + p_4 = m_5 + n_4 + p_3 = 0.
\end{gathered}
\tag{74}
$$

Die ersten drei ergeben

$$
\varepsilon_{11} + \varepsilon_{12} + \varepsilon_{13} = \varepsilon_{21} + \varepsilon_{22} + \varepsilon_{23} = \varepsilon_{31} + \varepsilon_{32} + \varepsilon_{33} = 0, \tag{74'}
$$

die letzten drei, unter Rücksicht auf diese ersteren,

$$
\varepsilon_{11} + \varepsilon_{26} + \varepsilon_{35} = \varepsilon_{16} + \varepsilon_{22} + \varepsilon_{34} = \varepsilon_{15} + \varepsilon_{24} + \varepsilon_{33} = 0. \tag{74''}
$$

Diese Bedingungen sind sämmtlich erfüllt bei Krystallen der Gruppen 8), 11), 14), 15), 18), 21), 22), 25), 29), 32), also bei acht von den achtzehn überhaupt durch oberflächliche Erwärmung oder Abkühlung erregbaren Gruppen, zu denen, wie wir sahen, die Gruppen 11) und 18) nicht zählen.

Diese Gruppen sind dieselben, welche durch allseitig gleichen Druck und durch gleichförmige Erwärmung nicht erregt werden und welche demzufolge bei diesen Zuständen auch keine inducirte Oberflächenladung besitzen können.

Bei allen diesen ist also längs einer der gegebenen concentrischen Kugel das Potential proportional der demselben Radius entsprechenden Oberflächendichte $\bar{\varepsilon}$; es fallen daher auch die Maxima und Minima, welche das Potential auf dieser Kugel annimmt, in diejenigen Richtungen, in welchen die Oberflächendichte $\bar{\varepsilon}$ ihre grössten und kleinsten Werthe besitzt. Bei allen diesen Gruppen liefert daher das Kundt'sche Bestäubungsverfahren direct ein richtiges Bild von der Oberflächendichte $\bar{\varepsilon}$.

Bei den übrigen Gruppen sind die Beziehungen minder einfach.

Schliessen wir die complicirten Gruppen 2), 4) und 5) aus, so verbleiben noch die sieben Gruppen 7), 10), 13), 17), 20), 24), 27), welche sämmtlich hemimorph sind und demgemäss eine polare Symmetrieaxe besitzen, woraus folgt, dass sie durch allseitig gleichen Druck und gleichförmige Erwärmung erregt werden, also auch bei diesen Zuständen inducirte Oberflächenladungen besitzen. Sie sind demnach schon hierdurch gegenüber den früheren als die complicirteren ausgezeichnet. In dem für sie geltenden Potential V steht neben dem mit $\bar{\varepsilon}$ proportionalen Glied noch das folgende:

$$4\pi\gamma_3\left(\frac{P^0}{\rho_1^2}p_0-\frac{2P^2}{5\rho_1^4}(m_5+n_4+p_3)\right).$$

An demselben fällt zunächst auf, dass es nicht, wie das erstere, mit P^2/ρ_1^4 proportional ist, demnach in seiner absoluten Grösse anders mit dem Gesetz der Temperaturvertheilung längs des Kugelradius, wie auch mit der Entfernung ρ_1 des angezogenen Punktes variirt, als jenes.

Abgesehen von diesem Umstande ist sein Verlauf sehr einfach, denn wegen des Factors $\gamma_3 = \sin\psi$ verschwindet es im Aequator und nimmt diesseits und jenseits entgegengesetzte Werthe an; dem gleichen Gesetz folgt das Potential, welches die Kugel bei gleichförmiger Erwärmung und unter allseitig gleichem Druck ausübt. Man erkennt leicht, dass sein Auftreten neben dem mit $\bar{\varepsilon}$ proportionalen Glied das Gesetz des Potentiales wesentlich verändern kann.

Zwar in den einfachsten Fällen, in denen in Folge der speciellen

Werthe der Constanten $\varepsilon_M\ \bar{n}$ resp. $\bar{\varepsilon}$ nur an den Polen ein Maximum oder Minimum annimmt, besitzt auch das Potential diesen Character; auch erhält es bei Gruppe 24) und 27) für den Aequator, da dort $\gamma_3 = \sin\psi$ verschwindet, wie $\bar{\varepsilon}$ in sechs gleichen Bogen abwechselnd entgegengesetzte Werthe, aber denjenigen Maximis und Minimis von $\bar{\varepsilon}$, welche zwischen den Polen und dem Aequator liegen, entsprechen im Allgemeinen nicht solche des Potentiales.

Bei den Gruppen 7), 10), 13), 17), 20), 24), 27) giebt also die Wirkung der oberflächlich erwärmten oder abgekühlten Kugel auf äussere Punkte kein in jeder Hinsicht sicheres Bild der erregten Oberflächendichte. —

Die vorstehenden Resultate in Verbindung mit den Formeln der Tabelle VIII liefern die Mittel, in den Fällen, wo die von der Theorie gemachten Voraussetzungen bei dem Experiment erfüllt sind, die electrischen Wirkungen einer oberflächlich erwärmten oder abgekühlten Kugel auf äussere Punkte zu berechnen und durch die Vergleichung mit der Beobachtung die Theorie zu prüfen.

Es ist ein glücklicher Umstand, dass bei dem Quarz, über welchen allein hierher gehörige Beobachtungen von Herrn Röntgen[1]) vorliegen, sowohl die Annahmen, welche zu den Werthen der Tabelle VIII geführt haben, als auch die Bedingungen 74′ und 74″ erfüllt sind, welche zur Folge haben, dass das Potential in derselben Weise mit der Richtung variirt, wie die Oberflächendichte $\bar{\varepsilon}$ oder das Moment $\bar{n}$. In Folge dessen gewinnt die Prüfung der Theorie durch die Beobachtungen ein besonderes Gewicht.

Für die Anwendung der Formeln ist zu berücksichtigen, dass z'_z an jeder Stelle der oberflächlichen Schicht mit der dort stattfindenden Temperatur ϑ proportional ist, letztere gerechnet von derjenigen Anfangstemperatur ϑ_0 aus, welche vor der oberflächlichen Einwirkung auf dieselbe die ganze Kugel gleichförmig besessen hatte, und welche zu dem betrachteten Zeitpunkt auch das Innere der Kugel noch besitzt. z'_z ist

1) W. C. Röntgen, Wied. Ann. **19**, 513—515, 1883.

also negativ im Falle der oberflächlichen Abkühlung, positiv im Falle der oberflächlichen Erwärmung. In diesen beiden Fällen muss also die Wirkung der Quarz-Kugel auf Punkte der Oberfläche an jeder Stelle von entgegengesetztem Vorzeichen sein und man erkennt leicht, dass sie bei der oberflächlichen Abkühlung in demselben Sinne stattfindet, wie an dem betreffenden Ende eines dem Radius parallel geschnittenen und longitudinal comprimirten Cylinders.

Im Uebrigen erscheint, wie schon oben gesagt, die ganze Kugel durch die sechs aequidistanten Meridiane, parallel denen geschnitten Cylinder durch longitudinalen Druck nicht longitudinal erregt werden, (»Meridiane fehlender Piëzoelectricität«), in sechs Zonen entgegengesetzt gleicher Wirkung getheilt.

Schreitet die Abkühlung oder Erwärmung von der Oberfläche her in's Innere allmählich fort, so muss ein Zustand grösster electrischer Wirkung erreicht werden, darauf eine Abnahme und schliesslich bei vollständigem Ausgleich der Temperatur ein Verschwinden derselben eintreten. Vorausgesetzt ist hierbei, dass die Oberfläche der Kugel die Electricität durchaus nicht leitet. Ist eine geringe Leitung vorhanden, so wird während des Maximums der electrischen Erregung an jeder Stelle der Oberfläche eine electrische Schicht von entgegengesetztem Vorzeichen als die aequivalente Dichte $\bar{\varepsilon}$ inducirt werden, und es ist die Möglichkeit gegeben, dass, während die Momente im Innern der Kugel mehr und mehr abnehmen, diese Schicht in der Wirkung auf äussere Punkte über jene überwiegt und so also das Vorzeichen der Electrisirung der Kugel während der fortschreitenden Abkühlung oder Erwärmung sich scheinbar umkehrt.

Alle diese Erscheinungen sind durch Herren Röntgen experimentell constatirt worden und diese Thatsache enthält eine wichtige Bestätigung der Theorie, während diese hinwiederum erst die vollkommene Erklärung der Beobachtungen liefert.

Anhang 1.

Ueber die directe Einwirkung der Deformationen auf die Dichtigkeit der inducirten Oberflächenbelegungen.

Die im Vorstehenden entwickelte Theorie der pyro- und piëzoelectrischen Erscheinungen an Krystallen vernachlässigt ausgesprochenermassen den directen Einfluss, den die Deformation des Krystalles auf die Dichtigkeit der inducirten Oberflächenbelegung ausübt, als eine wahrscheinlich neben den Erregungen des Innern des Krystalles verschwindend kleine Grösse. Indessen wird es nützlich sein, sich davon Rechenschaft abzulegen, in welcher Weise jener vernachlässigte Einfluss sich eventuell geltend machen könnte.

Wir betrachten hierzu einen Krystall mit nur einer polaren Symmetrieaxe, da diese Gattung, wie oben erörtert, fast allein im Allgemeinen bei jedem allseitigen Druck p und jeder Temperatur ϑ ein von Null verschiedenes constantes Gesammtmoment m und in Folge dessen zwar keine räumliche Dichte η, aber eine Oberflächendichte $\bar{\eta}$ besitzt, welche wenn der Zustand andauert, dureh eine inducirte Belegung $\eta_a = -\bar{\eta}$ in ihrer Wirkung auf äussere Punkte compensirt wird. Demgemäss wird das Anfangspotential

$$W = \int \frac{\bar{\eta} - \eta_a}{r} do + \int \frac{\eta \, dk}{r}.$$

verschwindend sein.

Durch eine Deformation beliebiger Art wird eine Aenderung der inneren Dichte $\delta\eta = \varepsilon$, der Oberflächendichte $\delta\bar{\eta} = \bar{\varepsilon}$, der inducirten Dichte $\delta\eta_a = \varepsilon_a$ hervorgebracht, denen eine Potentialänderung $\delta W = V$ entspricht. Es ist dann

$$V = \int \frac{\bar{\varepsilon} - \varepsilon_a}{r} do + \int \frac{\varepsilon \, dk}{r} + \int (\bar{\eta} - \eta_a)\, \delta\left(\frac{do}{r}\right) + \int \eta\, \delta\left(\frac{dk}{r}\right).$$

Das dritte und vierte Glied, welches die Aenderung des Potentiales

in Folge der Deformation allein, ohne Aenderung der Ladung, darstellt, verschwindet wegen $\bar{\eta} = \eta_a$ und $\eta = 0$. Es bleibt also nur:

$$V = \int \frac{\varepsilon - \varepsilon_a}{r} do + \int \frac{\varepsilon\, dk}{r}.$$

Aus dem Ansatz (1) folgt im allgemeinsten Falle, wenn α, β, γ die Richtungscosinus der äussern Normalen auf do sind:

$$\bar{\varepsilon} = \bar{x}_x (\varepsilon_{11}\alpha + \varepsilon_{21}\beta + \varepsilon_{31}\gamma) + \bar{y}_y (\varepsilon_{12}\alpha + \varepsilon_{22}\beta + \varepsilon_{32}\gamma) \ldots;$$

hingegen ist ε_a in Rücksicht auf den Umstand, dass das Product $\eta_a do$ sich bei der Deformation nicht ändert, zunächst gleich $-\eta_a\chi$, falls χ die Dilatation der Flächeneinheit bezeichnet, und weiter, da $\eta_a = C\gamma$ ist — unter C das ursprüngliche Moment verstanden, dessen Axe die Z-Axe ist, — nach dem bekannten Werthe von χ auch

$$\varepsilon_a = -C\gamma\left(\bar{x}_x(1-\alpha^2) + \bar{y}_y(1-\beta^2) + \bar{z}_z(1-\gamma^2) - \bar{y}_z\beta\gamma - \bar{z}_x\gamma\alpha - \bar{x}_y\alpha\beta\right).$$

Diese Werthe zeigen, dass stets, wenn die Deformation eine gleichförmige, also $\varepsilon = 0$ ist, der ganze Einfluss der Aenderung ε_a der inducirten Oberflächendichte darin besteht, dass in dem allgemeinen Ansatz (1) für die Momente die Constanten

$$\varepsilon_{31}, \qquad \varepsilon_{32}, \qquad \varepsilon_{33}, \qquad \varepsilon_{34}, \qquad \varepsilon_{15}, \qquad \varepsilon_{36},$$

resp. vertauscht erscheinen mit

$$\varepsilon_{31} + C(1-\alpha^2), \quad \varepsilon_{32} + C(1-\beta^2), \quad \varepsilon_{33} + C(1-\gamma^2), \quad \varepsilon_{34} - C\gamma^2, \quad \varepsilon_{15} - C\gamma^2, \quad \varepsilon_{36} - C\alpha\beta.$$

Es würde also schon die Beobachtung der Erregung beliebig orientirter Prismen durch einseitigen Druck genügen, um zu entscheiden, ob die mit C proportionalen Glieder eine merkliche Grösse haben. Dergleichen Beobachtungen sind an Krystallen der vorausgesetzten Art bisher noch nicht angestellt.

Anhang 2.

Ueber den Einfluss der Selbstinduction auf die piëzo- und pyroelectrischen Erscheinungen.

Unter denjenigen Wirkungen, welche im Eingang der vorstehenden Abhandlung als zweiter Ordnung bezeichnet und demgemäss vernachlässigt sind, steht die Selbstinduction der durch mechanische oder ther-

mische Ursachen electrisch erregten Krystalle der Grösse nach unbedingt in erster Linie und kann unter Umständen eine Grösse annehmen, welche die der directen Beobachtungsfehler weit übertrifft. Es ist daher bei allen Anwendungen der Theorie nothwendig, sich über ihre Grösse ein Urtheil zu verschaffen und, wenn dieselbe nicht zu vernachlässigen ist, nach Mitteln der Bestimmung und Elimination zu suchen.

Die Ergänzung des allgemeinen Ansatzes (1) für die electrischen Momente der Volumeneinheit geschieht, wenn wir uns der Maxwell'schen Gleichungen für die Induction in Diëlectricis bedienen, durch Zufügung von je drei den partiellen Differentialquotienten des Potentiales W der erregten Vertheilung auf den innern Einheits-Punkt proportionalen Gliedern, so dass z. B. die erste Gleichung die Form annimmt:

$$a = \varepsilon_{11} x_x + \varepsilon_{12} y_y + \varepsilon_{13} z_z + \varepsilon_{14} y_z + \varepsilon_{15} z_x + \varepsilon_{16} x_y - \varkappa_{11} \frac{\partial W}{\partial x} - \varkappa_{12} \frac{\partial W}{\partial y} - \varkappa_{13} \frac{\partial W}{\partial z};$$

$-\partial W/\partial x, \ldots$ sind hierbei die Kraftcomponenten X, Y, Z, welche aus der Vertheilung folgen würden, falls sich der Einheitspunkt innerhalb eines cylindrischen Hohlraumes befände, dessen Grundfläche unendlich gross gegen seine Höhe und normal zu der Kraftrichtung wäre.

Da W resp. X, Y, Z mit der Grösse und Gestalt des betrachten Krystalles variiren, so liegt der Gedanke nahe, ihre Grössenordnung rein experimentell durch Combination von Beobachtungen an verschieden grossen Präparaten desselben Minerales zu bestimmen.

Hierzu ist aber zu bemerken, dass dieser Gedanke nicht zum Ziele führt, falls man die verschieden grossen Stücke einander geometrisch ähnlich wählt.

Denn stehen für zwei ähnliche Krystalle 1 und 2 correspondirende Längen in dem Verhältniss $l_1 : l_2$, so stehen die durch in Summe gleiche und ähnlich vertheilte Oberflächenkräfte erregten Momente trotz der Selbstinduction in dem Verhältniss $1/l_1^2 : 1/l_2^2$ und die Wirkungen beider Krystalle auf homologe Punkte sind gleich. Hieraus folgt aber, dass auf keine Weise die Grösse der Einwirkung der Selbstinduction auf a, b, c durch die Combination der Beobachtung zweier ähnlicher und ähnlich deformirter Krystalle zu bestimmen ist.

Um diese Behauptung zu begründen hat man nur in Betracht zu ziehen, dass die Deformationen beider Krystalle sich unter den gemachten Voraussetzungen wie $1/l_1^2 : 1/l_2^2$ verhalten, und dass von den Wirkungen, welche zwei ähnliche mit gleicher Gesammtmasse in ähnlicher Vertheilung geladene Körper auf homologe Punkte üben, dasselbe gilt. Gleiche Gesammtladung haben die beiden Krystalle aber dann, wenn die Momente a, b, c in homologen Punkten in dem Verhältniss $1/l_1^2 : 1/l_2^2$ stehen.

Um durch Combination mehrerer Beobachtungen einen Schluss über den Einfluss der Selbstinduction zu ziehen, muss man also Krystallpräparate von verschiedenen Verhältnissen ihrer Dimensionen der Beobachtung unterwerfen, rechteckige Prismen von verschiedenen Kanten-, elliptische Cylinder von verschiedenen Axenverhältnissen biegen und drillen, Parallelepipeda von verschiedenen Kantenverhältnissen einseitig comprimiren u. s. f.

In letzterem Falle kann man zwei extreme Werthe der erregten Momente leicht angeben, wenn die Electrisirung eine longitudinale ist.

Ist nämlich das Prisma in der Druckrichtung unendlich ausgedehnt, so werden die Werthe der Momente a, b, c dieselben werden, wie ohne Selbstinduction, denn ein constanter Werth von c und verschwindendes a und b lässt hier auch X, Y, Z verschwinden.

Ist hingegen das Prisma in der zur Druckrichtung normalen unendlich ausgedehnt, so kann man wiederum a, b, c constant annehmen, denn bei der gemachten Voraussetzung wird dann auch X, Y, Z constant, aber die Werthe von a, b, c sind jetzt andre als vorher.

Es ist nämlich, falls die Z-Axe in die Druckrichtung gelegt wird, $Z = -4\pi c$ und daher

$$a + 4\pi\varkappa_{13} c = b + 4\pi\varkappa_{23} c = 0,$$
$$c + 4\pi\varkappa_{33} c = \varepsilon_{31} x_x + \varepsilon_{32} y_y + \varepsilon_{33} z_z + \dots .$$

Zwischen diesen Werthen und den früheren welche aus ihnen folgen, wenn man alle $\varkappa_{hk}$ verschwinden lässt, werden diejenigen liegen, welche mittleren Verhältnissen der Dimensionen entsprechen.

Beobachtungen, die sich in der erörterten Weise zur Beurtheilung der Grössenordnung des Einflusses der Selbstinduction verwenden lassen, sind von den Herren J. und P. Curie angestellt[1]). Dieselben betreffen die electrische Erregung von parallel der Axe geschnittenen Turmalincylindern durch longitudinale Compression. Bei gleichem Querschnitt wurde die Länge von 0,5 bis 15 mm, also im Verhältniss 1 : 30 variirt, bei gleicher Länge der Querschnitt von 2 qmm bis 1 qcm, also im Verhältniss 1 : 50. Die Beobachtungsfehler betrugen etwa 5 % und bis auf diese Grösse zeigte sich die auf den Endquerschnitten durch gleiche Drucke erregte Electricitätsmenge von allen Veränderungen der Dimensionen unabhängig.

Durch diese Resultate ist erwiesen, dass bei Turmalin jedenfalls die Vernachlässigung der Selbstinduction keinen gegenüber den Beobachtungsfehlern in Betracht kommenden Einfluss auf die durch die Theorie gelieferten Werthe ausübt, und da Turmalin keineswegs besonders kleine Diëlectricitätsconstanten besitzt, so darf man erwarten, dass auch bei anderen Krystallen die Vereinfachung der theoretischen Betrachtungen durch Nichtberücksichtigung der Selbstinduction zulässig sein wird.

1) J. und P. Curie, C. R. **92**, 186, 1881.

Inhalt.

§ 1. Ziele und Grundannahmen der Theorie 1

§ 2. Die electrischen Momente als Functionen der Deformationen, bestimmt für sämmtliche Krystallsysteme 8

§ 3. Die electrischen Momente als Functionen der inneren Spannungen . . 22

§ 4. Elastische und thermische Constanten für die verschiedenen Krystallsysteme. Einige allgemeine Sätze 27

§ 5. Electrische Erregung durch allseitigen gleichförmigen Druck . . . 35

§ 6. Electrische Erregung eines Cylinders von beliebigem Querschnitt durch einseitige Compression und durch gleichförmige Biegung . . 37

§ 7. Electrische Erregung eines elliptischen Cylinders durch Drillung um seine Axe 49

§ 8. Das electrische Potential eines unendlich langen Kreiscylinders, in welchem die Momente beliebige, insbesondere lineäre Functionen der Quercoordinaten sind, für äussere Punkte 55

§ 9. Das electrische Potential eines unendlich dünnen Cylinders von beliebigem Querschnitt, in welchem die Spannungen längs der Axe constant sind 63

§ 10. Electrische Erregung durch eine gleichförmige oder mit einer gleichförmigen aequivalente Erwärmung 67

§ 11. Electrische Erregung durch ungleichförmige, insbesondere durch oberflächliche Erwärmung 72

§ 12. Das electrische Potential ungleichförmig erwärmter Krystalle, insbesondere dünner Cylinder und oberflächlich erwärmter Kugeln . . 85

Anhang 1. Ueber die directe Einwirkung der Deformationen auf die Dichtigkeit der inducirten Oberflächenbelegungen 95

Anhang 2. Ueber den Einfluss der Selbstinduction auf die piëzo- und pyroelectrischen Erscheinungen 96

ABHANDLUNGEN

DER

HISTORISCH-PHILOLOGISCHEN CLASSE

DER

KÖNIGLICHEN GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN

ZU GÖTTINGEN.

SECHSUNDDREISSIGSTER BAND.

Ueber einige phönikische Inschriften.

Von

Georg Hoffmann.

Vorgelegt in der Sitzung der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften am 4. Mai 1889.

I. **Die Kranzinschrift vom Piraeus.** E. Renan (und Ph. Berger), Revue archéologique III. sér. VI. ann. T. 11. 1888. S. 5.

Meine Lesung.

1 בים ||| \ למרזח בשת ⌐ |||| \ לעם צדן תם בד צדנים בנאספת לעטר
2 אית שמעבעל בן מגן אש נשא הגו על בת אלם ועל מבנת חצר בת אלם 3 עטרת
חרץ בדרכנם ⅋ למחת כ בן אית חצר בת אלם ופעל אית כל 4 אש עלתי משרת
אית רעת ז לכתב האדמם אש נשאם לן על בת 5 אלם עלת מצבת חרץ: ויטנאי
בערפת בת אלם ען אש לכנת גו 6 ערב עלת מצבת ז ישאן בכסף אלם בעלצדן
דרכמנם ⅋ למחת 7 לכן ידע הצדנים כ ידע הגו לשלם חלפת אית אדמם אש פעל
8 משרת את פן גו

Τὸ κοινὸν τῶν Σιδωνίων Διοπείθην Σιδώνιον

In der folgenden Uebersezung sind die wichtigeren Abweichungen von derjenigen Renan's kenntlich gemacht.

1 Am 4ten Tage des [Monats] Marzeaḥ im Jahre 15 des Volkes von Sidon wurde n a c h d e m W i l l e n* der Sidonier in Versammlung beschlossen:

zu bekränzen 2 den Šamaʿbaʿl Sohn Magôns[1]), welcher Gemeindebeamter [war] über das Gotteshaus und über den Bau des Vorhofs des Gotteshauses, 3 mit einem goldenen Kranze für zwanzig Drachmen ge-

1) מגן punisch Miggin vielleicht aus מחגן = מח־דגן „Mann des Dagon“ oder בר־דגן zusammengezogen: vgl. *Ματγηνος* und *Μυτγονος* Ios. c. Apion. I, 18. 21, vgl. S. 5, N. 5.

nauen Gewichts, weil er den Vorhof des Gotteshauses gebaut und alles 4 was ihm von der Besorgung* dieses Geschäftes oblag, gethan hat;

dass* die Männer, welche unsere Beamten über das 5 Gotteshaus sind, [den] Beschluss* auf eine Stele schreiben und sie in der Halle des Gotteshauses vor Jedermanns Auge* aufstellen sollten;

die Gemeinde 6 als Bürgen zu bezeichnen für diese Stele, sodass sie mit dem Gelde der Gottheit Baʿl-Sidôn zwanzig Drachmen genauen Gewichtes auszahlt*;

7 damit die Sidonier wissen, dass die Gemeinde Dank abzustatten versteht den Männern, welche sich ein Verdienst* um die Gemeinde erwerben*.

Anmerkungen.

Diese Inschrift, auf eine Marmorstele geschrieben, stammt aus dem Jahre 96 v. Chr., neun Jahre vor der Einnahme der Stadt Athen durch Sulla; denn die Rechnung von Sidon beginnt 111 v. Chr. Die sidonische Gemeinde im Piraeus, welche bereits durch die Inschriften n. 119. 118 im C.I.S., sowie vielleicht 115. 116 vertreten ist, hat den Beschluss, ihren Mitbürger und Beamten durch Goldkranz und Stele zu ehren, in ganz ähnliche Formeln gekleidet, wie diejenigen, welche schon Jahrhunderte früher auf attischen und andern griechischen Inschriften gewöhnlich sind, sodass das Phönikische gradezu als Uebersezung aus dem Griechischen gelten kann. Die Geschäftsordnung, welche sich in diesen Formeln spiegelt, stammt aus der athenischen Volksverfassung und ist von dieser auf kleinere griechische Gesellschaften und auf die religiösen Genossenschaften der mit Athen verkehrenden Fremden übergegangen. Alle hierher gehörigen Einzelheiten sezt auf das Vortrefflichste auseinander der Traité d'épigraphie Grecque par Salomon Reinach, Paris 1885 und Foucart, Des associations religieuses chez les Grecs, Paris 1873, vergl. Reinach S. 125. Die Herausgeber der Inschrift haben den grössten Teil derselben richtig verstanden.

Z. 2. **תם בד צדנים** hebr. תַּם בְּדֵי צִדֹנִים »ist vollendet, abgeschlossen worden nach dem Genüge der S.« **תם** geht auf die Endgültigkeit; die

Redensart wohl elliptisch für חם חָרָץ וגו׳, vgl. Z. 5. — בר Praepos. in ברנם Eschmunazar Z. 6 (s. u.); und in karthagischen Inschriften C. I. S. S. 345. Sklaven aus Sidon sezen in Karthago der TNT und dem Balḥammon Dankstelen und decken sich dabei mit der Autorität ihrer freien (karthagischen?) Herren, z. B. N. 269 אש נדר בעלחנא אש צדן בר אדני בר אשמניתן »welches gelobt hat Ba῾lḥannô ein Mann aus Sidon mit Billigung (Vollmacht) seines Herrn Ešmûnjatôn«; nicht »zum Besten seines Herrn«. Hierdurch, so scheint es, wollten sie verhindern, dass man die von ihnen gesezten Stelen von ihrem Platze, der in Karthago knapp genug war, drängte, um vornehmere an die Stelle zu sezen. Hierauf geht der mannichfaltig abgekürzte Zusaz: לם יעמס עם קרתחדשת »Möge das Volk von Karthago [sie (die Stele)] nicht forttragen«, (zu Baumaterial u. dgl.): der Herr würde das Recht seiner Sklaven wahren. — Jene Präposition[1]) בר steckt vermuthlich auch in den Namen בראשמן[2]) ברבעל[2]) Bubbal[3]) ברתנת[4]) ברגן* Boddegun[5])? ברעשתרת[6]) ***Βουδάστρατος***[7]) ***Βοδόστωρ Βώστωρ Βώσταρος*** Bostar[8]); ברמלקרת* Bodmilkar[9]) ***Βοαμιλκας*** Polyb. Bomilcar ***Βομιλκας Βουμιλκας***[10]) ***Βουμιλχαρ***[11]). Sie ist darnach ursprüng-

---

1) בר kann nicht עבר sein, weil beide Arten Namen in denselben alten Inschriften neben einander stehn.

2) C. I. S. n. 165, 2. — 413. 271.

3) Ephem. epigr. 1884, V, n. 1024.

4) C. I. S. n. 165, 1.

5) Ephem. epigr. 1877, III, S. 196, n. 158 M(anibus) Neconi *Boddegun* (hoc fortasse gentis nomen) Loncinis fil(ii) Va(diniensis) aus Cantabrien. Ob zu vergleichen *Μυτγονος* Ios. c. Apion I, 21. *Ματγηνος* I, 18?

6) בעשתרת Cirta, Costa 84 in C. I. S. S. 365.

7) *Θήρων Βουδαστράτου* Tyrier auf Kos: Bull. de Corr. Hellén. 1881, V, S. 207. 1887, XI, S. 71.

8) Schröder, phön. Spr. S. 93. 109.

9) C. I. Lat. VIII, n. 9618, vgl. Bod-icca n. 2877.

10) Schröder S. 103.

11) Ebd. S. 101. Auf der Inschrift von Leptis magna C. I. Lat. VIII, n. 15. 16 steht für ברלקרת sic Boncar und *Βωνχαρ*. Zu dem Schwund des ר vgl. daselbst קלנאי und קלנאי für Clodius. An Boncar ebd. n. 68 und Boncarth C. I. Lat. V,

lich bŏ̆d(ê) oder bŭ̆d(ê) anzusezen. Dieser verkürzbare Vocal in *bŏd* oder *bŭd* ist für ein secundäres Qômeṣ zu halten, in seiner Aussprache vielleicht noch durch den Labial wie in Muttumbal Mutto u. s. w. beeinflusst: vgl. meist in betonter Endsylbe: *Οὐλῶμος* עֹלָם Mattonus מַתָּן, *ἰῶτα* aus יָד[1]), dann die Perfecta, welche auch die Masora, sobald sie Bestandteile von Nomina sind, als solche mit Qômeṣ am Ende vocalisiert: ־יָתָן *-ιαθων*. In den Inschriften des Asurbanipal heissen Königssöhne von Arvad: Baalmaluk בַּעַלְמָלָךְ, Baalhanun בעלְחָנָן, Baaljasup (jašûb) בעליָסָף. S. George Smith, Records of the Past I, 67. 68. IX, 41, Delitzsch, Wo lag das Paradies S. 281, vgl. Paul Haupt, Beiträge zur Assyriologie 1888, I, S. 169. Doch ist diese Transcription keineswegs beständig, was auch nicht erwartet werden darf: Milkiašapa von Byblos מלכיסף? מלכאסף? Delitzsch, ebd. 283, Sapaṭi baʿal שפטבעל u. s. w. Dasselbe Qômeṣ auch sonst: Hiru-um-mu חִירָם ebd. 284. *Ab-di-mil-ku-ut-ti* König von Sidon zu Asarhaddon's Zeit ebd. 283. עבדמִלְכָת *Αβδιμιλχων* C. I. S. S. 105, vgl. n. 264[2]). Auch die Punier sprachen Milko (= Astarte). *Abdiluti*, König von Arados, bei Schrader, Keilinschr. u. Geschichtsforschung S. 8 עבדאִלָת. Ebenso *κιβωτός* aus תבת* (תֵּבָה), *λιβανωτός* לבנת (לְבֹנָה); vielleicht

---

n. 4920, Z. 15 schliesst sich Bonica ebd. VIII, n. 4560, vgl. Bodicca, und mit einem häufigen Wechsel aus diesem: Monica, Mutter S. Augustini (VIII, Index). Daraus Monna, weiter Bonosa u. dgl. m.

1) Das *α* der griechischen Buchstabennamen folgt m. E. der Analogie von *γράμμα*; das *τ* von *ἰῶτα* neben *λάμβδα* kann einer Auslautstellung entspringen. Die Namen stammen demnach nicht aus aram. Munde. Vgl. über das Dehnungs-qomeṣ Schröder, phön. Spr. S. 125 f., wo viele Spreu vom Weizen zu sondern ist. Namentlich sollte das griechische *κώθων* „Flasche" aus dem phön. Wortschatz entlassen werden. Wer den Grundplan der karthagischen Häfen z. B. bei Perrot und Chipiez, Hist. de l'art III, fig. 268 sieht, wird begreifen, warum der Hafen Flasche בקבק hiess: durch einen schmalen Hals segeln die Schiffe in ein weites Becken, wie bei unseren Dockhäfen. — Bei dieser Gelegenheit sei erwähnt, dass ich das karthagische *μεγαρα* wegen der sachlichen Uebereinstimmung für מִגְרָשׁ halte, vgl. die Verstümmelung *Carthada* für קרתחדשת. Vgl. de Lagarde, Mittheilungen 1884, S. 230.

2) Wie ich nachträglich sehe, giebt eine ähnliche Zusammenstellung Schrader in Bezold's Z. f. Assyriologie III, 362, aber mit irriger Auffassung.

auch die aegyptische Umschrift *mārkabuϑȧ*, Bondi, hebr.-phön. Lehnw. 1886, S. 44, ZDMG 25, 635. Anucherut = אֲנָחֲרָת Ios. 19, 19, ebd. 621. *Zareputa* צָרְפַת 623. Birch in Lepsius Z. 1871, S. 119 schreibt *Astaruta* = Astarte. Aber in viel mehr Fällen ist die Femininendung im Aeg. anders umschrieben. — Das ב von בְּדֵי* = בַּד ward vocalisiert wie in בָּהֶם u. s. w. Die Endung ê fiel durch Verselbständigung des Compositums ab[1]) wie in ܟܡܳܐ »genug« aus כְּדֵי nebst dem adverbialen ܐܝܬ, vgl. ܟܡ aus בְּדֵי. Die Präposs. מִן עַד עַל אֶל vergleiche ich nicht, weil nicht unwahrscheinlich ist, dass ihre Einsylbigkeit aus der Biliteralepoche stammt[2]). בדעשתרת also in der Bedeutung »nach dem Willen der Astarte, des Maliqarth« wurde vielleicht von Kindern gesagt, die man in Folge eines Gelübdes bekam, und zu Naziräern der Gottheit bestimmte.

Halévy im J. A. Nov.-Déc. 1888, S. 515 will tammû lesen und transitiv übersezen: »sie haben beschlossen«, und ebenso *them* in »tout ce qu'il avait décidé de faire« in der Plautusstelle [bei Schröder, Phön. Spr. 286]: *Yssi ddobrim thyfel yth chil ys chon them* (Var. chem) *liful.* Allein da Plautus übersezt: eum fecisse aiunt, sibi quod faciundum fuit, ist vielleicht zu umschreiben: אש דברם כ פעל אית כל אש כן תם לפעל yssi dobrim chy [so richtig Halévy] fel yth chil ys chon them liful. »Eum« sagt Plautus für *yssi* = quem. Halévy will יֹשׁ שׁ. — Man muss übersezen: »Alles was zu thun r e c h t תָּם war«, wenn man dem *sibi* zu Liebe nicht לם verbessern will.

בנאספת] gleich hebr. בעדה נאספת. Es entspricht *ἐν τεῖ ἀγορᾷ τεῖ κυρίᾳ* C. I. Attic. n. 585 *ἔδοξεν … τῆι κυρίαι ἀγορᾶι, κρύβδην ψηφισαμένων τῶν φυλετῶν* bei einer Kranzverleihung, n. 555. *ἀγορᾷ κυρίᾳ* n. 619. 624. 627

---

1) Ich weiss nicht, ob man *i* von *Pudibaal* (Delitzsch, Wo lag das Paradies S. 281) = בדבעל (Records of the Past IX, 41) als Vertreter jenes theoretischen ê ansehn darf.

2) de Lagarde, Mittheilungen 1884, S. 63. 231 f. hält עד für Kürzung aus עֲדָה*. Der Sinn dafür, dass Formen und Bedeutungen sehr alter semitischer Wörter am sichersten aus dem Cirkel des Triliteralismus zu erklären seien, schwindet mir allmählig immer mehr. Das Einzelne kann freilich auch auf der andern Seite im besten Fall nur auf Wahrscheinlichkeit rechnen.

ἀγορὰν δὲ καὶ ξύλλογον ποιεῖν n. 610; statt des Dativs steht auch der Nominativ. Man sagt ebenso *ἐκκλησία* C. I. Attic. n. 352ᵇ S. 426, wenn es sich um die Versammlung des *δῆμος* handelt.

Z. 2. נשא הגו fassen die Herausgeber richtig als Substantiv *nasî*. Šamaʿbaʿl war durch Gemeindebeschluss vorher mit dem Ehrenamte der Leitung des Baues betraut worden: so bei den Griechen. — גו ist zwar etymologisch identisch mit גוי, teilt aber hier Form und Bedeutung von גֵּוָא, welches schon Ijôb 30, 5 vorkommt, aber dort falsch als gêw, »Rücken« vocalisiert ist.

Z. 3. בדרכנם]. Durch diese Stelle in Verbindung mit der folgenden wird die Erklärung der biblischen Wörter דרכמנם und אדרכנם als Dariken, die ich in Bezold's Zeitschrift für Assyriologie II, S. 49 ff. versucht habe, völlig hinfällig. Zwar Z. 3 für sich betrachtet liesse die Deutung »für 20 Dariken« noch zu: vgl. Le Bas, Asie mineure n. 40 *καὶ στεφανῶσαι Μαύσσωλλον μὲν ἐκ δαρεικῶν πεντήκοντα, Ἀρτεμισίην δὲ ἐκ τριήκοντα δαρεικῶν* (Mitte 4. Jahrh. v. Chr.). Auch bestimmten die Griechen das Gewicht schwerer Kränze nach *χρυσοῖ*[1]). Bei dem sehr verschiedenen Gewichte der goldnen Ehrenkränze lässt sich von dieser Seite aus weder für noch gegen die Dariken etwas entscheiden; aber die Kosten dieser Stele nach Z. 6 wären mit 20 Dariken viel zu hoch; denn der in den Inschriften übliche Preis einer beschriebenen Stele schwankt zwischen 10 bis 60 Silberdrachmen[2]). Muss nun aber דרכמנם in Z. 6 Silberdrachmen bedeuten, so ist es ferner nicht möglich, דרכנם Z. 3 für Gold, als ein von דרכמנם für Silberdrachme ganz verschiedenes Wort anzusehn, weil im A. T. sowohl דרכמנם wie אדרכנם nur für Goldgewicht vorkommt. Mithin bedeuten in der Piraeusinschrift beide Wörter *δραχμαί*, und zwar an erster Stelle als Goldgewicht, ungefähr 4,32 Gramm[3]), an zweiter als Silberdrachme. Nach dieser Auffassung haben auch Renan und Berger übersezt.

---

1) Boeckh, Staatshaushalt d. Athen. I², S. 40 bei Hultsch, Griech. Metrologie S. 130, N. 1.

2) Reinach, Epigr. S. 316.

3) Hultsch, Gr. u. röm. Metrol. S. 224 und S. 227.

לְמחת] ursprünglich »nach Abstrich« d. h. nach vergleichender Zurückführung auf das gesezliche Normalmaass *πρὸς τὰ σταθμια ἐν τῷ ἀργυροσκοπείῳ* nach den Normalgewichten in der athenischen Münzstätte [1]). Der Ausdruck von מחה »abstreichen«, (das vom aramäischen מחא schlagen = מחץ? ganz zu trennen ist) scheint vom Kornmessen auszugehn, und von daher »genau nach dem Maass richten, Maass und Gewicht prüfen, aichen« zu bedeuten. Weniger natürlich gelangt man zu demselben Sinn vom Abwischen und Blankhalten der Gewichtsstücke aus, wozu verleiten könnte Mischna Baba bathra 5, 10 (88ᵃ) החנוני מקנח מדותיו פעמים בשבת וממחה משקלותיו פעם אחד בשבת »Der Ladenhalter hat seine [Hohl]maasse zweimal in der Woche auszuwischen und seine Gewichte einmal in der Woche abzuputzen«. Das Piel in dieser Bedeutung ist nicht nur durch ממחה בקערה »er wischt (die Speise) aus der Schüssel aus« [2]), sondern auch durch מיחוי קרביו Pes. 6, 1 (65ᵇ) »das Auswischen der faeces aus den Därmen«, gesichert. Buxtorf 1187 hatte Unrecht, das Hiphil mit der Bedeutung »prüfen« zu verstehn. In der That heisst מומחה »bewährt, auf sein Ideal geaicht« in der Mischna bei Levy S. 50, Buxtorf a. a. O. Aber das Verbum »prüfen« ist durch ממחה Oholoth c. 18 bei Buxtorf nicht gesichert. Im Babylonischen erscheint in dieser Bedeutung das Ethpaal: Schabb. 61ᵃᵇ מימחא גברא מימחא קמיע oder אתמחי גברא ואתמחי קמיע: bewährt sich der Arzt, so bewährt sich sein Recept. An den ursprünglicheren Gebrauch in der Piraeusinschrift schliesst unmittelbar an: ܬܡܚܝܐ, von מחה etwa mittels eines untergegangenen תמחית* abgeleitet. BA 7207 BB Ms. Socin II f. 197ʳ und unter ܬܘܡܚܝܐ f. 333. Gewicht oder Maass nachprüfen, mit seinem Muster vergleichen, sei es durch Schäzung, oder nach der Zunge der Waage: Epiph. de mensur. Syriace S. 48, 32. 51, 7. 58, 67, vor: Vet. Test. ab Origine rec. fragm. ed. P. de Lagarde.

Z. 4. מְשָׂרַת] inf. abhängig von כל אש; משרת, partic. als Zustand, oder graecisierend ginge wohl auch. In Z. 8 scheint משרת Substantiv.

האדמם] als Object gefasst verwickelt in grosse Schwierigkeiten. Da

1) C. I. Gr. n. 123. Hultsch, Metrol. S. 201, 1.

2) S. Levy's Neuhebr. Wb. S. 73.

אש נשאם לן dem נשא הנו Z. 2 entspricht, kann auch hier nur von Beamten die Rede sein, welche von der Gemeinde gewöhnlich auf ein Jahr gewählt, ihre grossen Angelegenheiten verwalteten und denen nach gut vollbrachter Amtsführung öffentliche Ehren wie Kranz und Stele zuerkannt zu werden pflegten. Wäre hier von diesem Fall die Rede, so bedurfte es einer Angabe des Verdienstes, wie Z. 3. Diese fehlt aber. — Andrerseits setzt ein Beschluss, aufzuschreiben, voraus, dass vorher die Ehre angegeben wäre (Lob oder Kranz), welche durch die Inschrift allgemein bekannt gemacht werden sollte. Aber weder ist von einer andern Kränzung als der des Šamaʿbaʿl-Diopeithes die Rede, noch werden andre Namen genannt, wie auf griechischen Inschriften sonst geschieht[1]); noch wäre der Ausdruck הארמם אש נשאם לן על בת אלם verglichen mit אש נשא הנו על בת אלם genügend, um gleichzeitige Amtsgenossen (*συνεπιμεληταί* dgl.) des Diopeithes zu bezeichnen. Mithin könnte הארמם nur dann Object sein, wenn es den Diopeithes selber bezeichnete, also etwa ein plur. majestatis wie אלם Z. 6 (s. dort). Dieses Ausweges Wahrscheinlichkeit ist indessen sehr gering, schon wegen נשאם als Substantiv! Dem gegenüber hat die andre Möglichkeit, dass הארמם Subject sei, mehr Analogie für sich und hebt ausserdem die Schwierigkeit von חרץ Z. 5. Das entsprechende Alinea der griechischen Vorbilder pflegt nämlich die Beamten zu bezeichnen, welche die Inschrift zu besorgen hatten, am häufigsten mit *ἀναγράψαι δὲ τόδε τὸ ψήφισμα,* dann *ἐν στήλει λιθίνει* [*τοὺς*] *ἐπιμελητὰς καὶ στῆσαι ἐν μητρῴῳ*[2]). — *ἀναγράψαι δὲ τόδε τὸ ψήφισμα τοὺς ὀργεῶνας ἐν στήλει λιθίνει καὶ στῆσαι πρὸ τοῦ ναοῦ* n. 622 (Piraeus); so *τοὺς ἐπιμελητάς* n. 553. 554. 574. — Ist also הארמם Subject, so wäre das Fehlen eines Objects von לכתב, »es« nämlich den Inhalt des vorbezeichneten Beschlusses, halbwegs erträglich. Allein bei den Griechen steht es immer: *τόδε τὸ ψήφισμα.* Für diese Bedeutung bietet sich חרץ als Paʿûl (wie im Hebr.) oder Substantiv. Nicht nothwendig war אית חרץ ז, denn schon der Artikel genügte, und selbst dieser kann

1) C. I. Attic. n. 595, 13. 606. 612. 616. 553 u. s. w. 620. 621 zum Theil verstümmelt.

2) C. I. Attic. n. 373[b], S. 426; n. 621.

fehlen wie in גו Z. 8, vgl. 5; את רפאם Ešmunaz. Z. 8; Tebnêt Z. 8. Zwar erwartet man es frühestens vor עלת מצבת gestellt; aber da es nur einen leicht zu ergänzenden Inhalt (»es«) vertritt, durfte es hinter der wichtigeren Angabe der Stele folgen: *ἀναγράψαι δὲ τοὺς νεωποίας τὸ ψήφισμα κτλ.* C. I. Gr. 2677 aus Iasus Cariae. Ueberdiess »goldne Stele« konnte kein alter Leser verstehn: das war sachlich ausgeschlossen. — Mit der Besorgung und Aufstellung einer Stele, die dazu bestimmt ist, die Verdienste eines Tempelcurators zu verkünden, die in einer Tempelhalle stehn soll, und deren Kosten auf die Tempelkasse übernommen werden, scheint es auch natürlich, Tempelcuratoren zu beauftragen. Der נשא על בת אלם deckt sich mit *νεωποίης*: so hiess die Behörde, der in den Inschriften z. B. von Iasus in Carien auch die Sorge für die Stele übertragen wird[1]). — In der Construction הארמם אש נשאם לן liegt ausserdem: »die Personen, welche gerade, dermalen unsere Tempelvorsteher sind«: vgl. C. I. Gr. n. 2675: *τὸν δὲ νεωποίην τὸν ἐνεστῶτα*; n. 2271, 46: *τοῖς καθισταμένοις ἀρχιθιασίταις καὶ ταμίαις*; Reinach S. 142, 23: *τοῖς ἀεὶ γινομένοις ἱερεῦσιν*, u. a. m.

Z. 5. מצבת חרץ]. Es heisst gewöhnlich *στήλη λιθίνη*: Reinach S. 299, und nicht einmal von vergoldeter Stele ist irgendwo die Rede[2]), wenn es überhaupt erlaubt wäre, חרץ dahin umzudeuten. Ferner חרץ = *χαράσσειν* (Reinach S. 305) könnte keineswegs aus dem Hebräischen wahrscheinlich gemacht werden: diess hat neben חקק dafür חרש, חרת (חרט). — Also ist חרץ Beschluss, s. o.

ויטנאי] diese Wurzel טנא oder יטנא scheint aus (*ἀνα*)-*θεῖναι* geflossen. Das Suffix geht auf das fem. מצבת, also wajjeṭanneאûjâ statt וַיְטַנְּאוּהָ; dagegen וישבני wajjiššabnûjê, Ešmûnazarinschr. Z. 17.

ערפת] Clermont-Ganneau[3]) hat in der Inschrift von Byblos richtig gelesen והערפת זא ועמדה [והראשם ? nach de Vogüé.] אש עלהם ומספנתה »und

1) C. I. Gr. n. 2676. 2677, vgl. Reinach, Epigr. gr. S. 314. 68.

2) Ueber vergoldete Säulenknäufe s. C. Odofr. Müller, Antiquitates Antiochenae 1839, S. 60, N. 4.

3) Revue archéol. III. sér., t. V, 1885, S. 381, vgl. C. I. S. n. 1, Zeile 6 und 12.

diese Halle und die Säulen derselben und die Kapitäle? auf ihnen und ihre Deckentäfelung«. — In derselben Inschrift geht eine Aufzählung von Ausstattungen von Metall im und am eigentlichen Tempel passend der Erwähnung des äusseren Peristyls voran. Die Bedeutung *στοά* passt ebenso hier wie in der Inschrift von Maʿṣûb (s. u.), daher die Herausgeber nicht übel durch Porticus übersezen. Es sollte die Stele nämlich Jedermann zugänglich und bekannt werden: Reinach S. 300 f. Man stellte sie auf *ἐν τῷ προνάῳ τοῦ Σεραπίου*; *πρὸ τῶν θυρῶν*; *εἰς φλιάν* (in anta); *ἐν τῇ παραστάδι τῇ πρὸ τοῦ ἀρχείου*; *ἐν τῷ ἐπιφανεστάτῳ τοῦ ἱεροῦ τόπῳ* (Reinach S. 143 N.). Hiernach dürfte ערפת in diesem Falle dem *προστῷον*[1]) entsprechen, der offnen Säulenhalle am Eingang des Tempels vor dem *πρόναος*, oder bei einem templum in antis die Halle zwischen den Anten selbst. ערפת ist etymologisch dasselbe wie غُرْفَة, aber baulich von ihm völlig verschieden. Beide bedeuten die Traufe, stillicidium, den Ort am Hause, von dem der Regen trieft: Traufen-dach. ערפת das vorspringende Dach, das Leute, die sich vor dem Hause versammeln, ehe sie eintreten, vor den Tropfen schützt: غُرْفَة, der Bedeutung[2]) nach ganz עליה, ܥܶܠܺܝܬܳܐ, عُلِّيَّة in Mekka[3]), d. h. ein Dachzimmer, im obersten Stock, von dem die Traufe rinnt, das den Regen auffängt[4]). ערף (reichlich) triefen vom Regen und Thau. غَرَفَ Wasser mit der Hand schöpfen[5]), sodass es reichlich übertrieft). Nach Lane: غُرُوف (triefen-

---

1) Vgl. C. I. Attic. n. 613 (Piraeus). Von *porticus*: ὁ ἔμβολος אבולא.

2) Ganz dasselbe ist אברור بربار u. s. w. bei de Lagarde, Semitica I, S. 38. Ist die Etymologie: superpluvium* (sit venia verbo) = compluvium von بار, vgl. بَرْبَاران, ausgeschlossen?

3) Ibn Duraid, Kitâb al-ištiqâq S. 35, vgl. Fraenkel, die aram. Fremdwörter im Arab. S. 20.

4) Vgl. den Qoran. Jâqût, Muʿgam I, 643, 11. BA 55. Nur galérie bedeutet غُرْفَة durchaus nicht. In Hadramaut ist es Ortsname. Daselbst sind die vielstöckigen Häuser (mit geschlossenen Stockwerken) namentlich beliebt, vgl. Van den Berg, Le Hadramout, Batavia 1886, Pl. I.

5) Nâbiġa ed. Ahlw. 21, 19, 11. Abu Nowâs 9, 18.

der) grosser Schlauch; غَرِيف (im Wasser stehendes triefendes) Schilf[1]) u. dgl., vgl. غُرَيْف[2]; غَرّاف von reichlichem Regen; und vom Pferde, mit den Beinen schöpfend, d. h. weit ausholend, wie سابح[3]). Vom Stirnhaar, welches von oben herab in's Gesicht trieft (wie der waterfall vom Hinterkopf), غارفة die Stirnlocke, welche durch Zustutzen (daher غَرَف) in die Gestalt einer Stirnbommel (»Flebbe« von flap?) gebracht ist; غُرْفة (jemenisch) Lederschnur vom Kopf oder Hals des Kamels herab triefend; غُرَيفة Bommel an der Schwertscheide; انغرف eingeknickt herabbammeln (Zweige). Ueberall[4]): von oben herab hangen. Hier schliesst diese Wurzel an عرف an, von welcher sie abgezweigt ist: عُرْف herabwallende Mähne; = עֹרֶף; daher: der hohe sichtbare Körperteil, daher: bekannt und kennen عرف wie ظَهْر zu ظَهَرَ u. a. m. — ערפה teilt die Bedeutungsentwickelung mit رَوْق und رِواق, Vordach vor der Hausthür auf Säulen, oder beim Zelt[5]) auf Pfosten; dann *στοά*, Säulenhalle[6]) um den Moscheehof. Von diesem Vordach aus geht Vorsprung der Vorderzähne über die unteren رَوَق; رَوْق (das zum Kampfe gesenkte) Gehörn der Antilope[7]), wahrscheinlich eine dichterische Kühnheit, die Beifall fand. — Regenvordach nun von √ רוק giessen הריק, die im Arab. nicht ausschliesslich ע״י ist, sondern auch ע״ו, wie im Aram. רווק colum (Triefer), wovon راووق[8]),

1) Imrulq. ed. Ahlw. 146, 46, 15. Jâqût Mu'g. 3, 616, 3 = Urwa ed. Nöldeke S. 21, V. 6.

2) Jâqût Mu'g. 3, 796.

3) Imrulq. Ahlw. 117, 4, 23. 123, 14, 12. Mufassal[1] 42, 15. Abu Nowâs 19, 15. Mufaddalîj. 5, 4.

4) Ich bemerke ausdrücklich, dass ich eine (scheinbar) durchgehende Bedeutung nicht als Prius, als Grundbedeutung, auffasse. Vielmehr die Aehnlichkeit, welche in den Merkmalen von Concretis begränzter Auswahl von einem zum andern auftritt, ergiebt erst am Schluss der Anreihung den zusammenhängenden Faden, der nicht einmal einheitlich zu sein braucht: das tertium comparationis, welches C an B schliesst, kann andrer Art sein als das, welches B an A schloss.

5) Diese Architektur ist wohl aus den Städten in die Wüste verpflanzt mutatis mutandis.

6) Jâqût Mg. 4, 280, 9.

7) Imrulq. Ahlw. 154, 52, 52. Nabiġa 16, 14, 11.

8) Fraenkel, aram. Fremdw. 166.

راق geklärt sein; רווק (rauwâq?) Mischna u. Targ.: Jüngling (primo semen effundens); dazu رَوْق الشَّباب u. s. w. رَوْقَة; رَوْق der stärkste Wolkenerguss (Lane) = رَيِّق[1]). — »Wasserleer« statt Wasser ausleeren zeigt عام أَورق سنة رَوْقاء regenloses Jahr (Lane). Diess gehört mit dem jemenischen رُوقَة (Lane) geringes (nichtiges) Ding, zu רֵיקָם.

Von ערפת kann עריפיה Is. 5, 30 recht wohl der Plural sein, am besten, indem man das Jod streicht; denn v. 9/8 hatte sich der Prophet über die Bauten der Reichen beklagt, die in den luftigen, lichtreichen Säulenhallen Jerusalem's ihre Gelage oder Börse halten mochten. Dieser Baustyl ist in Aegypten uralt[2]).

ען אש] für לעיני איש, ܠܥܝܢܐ, im Acc. ohne ל wie פנת אלם »vor die Gottheit« C. I. S. S. 234 und n. 167, 8. Vgl. Ewald, Gramm. § 279[c] 204[a]. Etwas anderes bedeutet לען in Byblos C. I. S. n. 1, 16. — אש für אדם z. B. C. I. S. n. 86A, Opfertafel von Marseille; in אש צדן u. s. w.

Z. 5/6. לכנת גו ערב]. Vor גו fehlt der Artikel wie Z. 8 und אית wie bei חרץ Z. 5. — כנה wie كَنَّى einen Beinamen geben, den man nicht eigentlich führt, däucht hier nicht unpassend, da nicht selbstverständlich ist, dass die Gemeinde für die Bekanntmachung der Ehrenbezeugung aufkommt, s. Reinach S. 316 f. Sie muss zum Bürgen ausdrücklich erklärt werden, und tritt nur unter dem Namen auf, den ihr Gemeindebeschluss giebt.

ישאן] Subject die Gemeindemitglieder, die von Amtswegen damit zu thun haben. — נשא hier wohl במאזנים Ijob 9, 2 (ܡܣܐܬܐ) darwiegend bezahlen: vgl. Inschrift von Cos[3]): *τὰν δὲ γενομέναν δαπάναν ἐς τὰν ἀναγραφὰν τεισάντω τοὶ ναποῖαι ἀπὸ τῶν ὑπαρχόντων τοῖς θεοῖς χρημάτων καὶ ἀπολογισάντω μετὰ τὰς ἄλλας δαπάνας.* Doch ist das gewöhnlichere Wort *δοῦναι* (Reinach S. 315), daher vielleicht (מנחה) ישאן 1. Chron. 16, 29. 18, 2. Ps. 96, 8 משאת Geschenk C. I. S. S. 227[a]. Schröder, phön. Spr.

1) Imrulq. Ahlw. 125, 18, 4. 132, 22, 4. Die arab. Lexikographen etymologisieren von „Vordach“ aus hier den Begriff „vorderster Teil“ hinein.

2) Perrot et Chipiez, Hist. de l'Art I, fig. 260. 372 f. In Carthago: Iustin. 21, 4, 3.

3) Bullet. de Correspond. Hellén. VI, 257 l. 102. Reinach S. 319.

S. 92 N. — Die Construction mit ב ist ganz wie Ez. 27, 13 בנפש אדם וכלי נחשת נתנו מערבך und v. 12. בכסף ברזל בדיל ועפרת נתנו עזבוניך »mit Silber u. s. w. lieferten sie deine Waaren«[1]).

Die angenommene Erklärung würde nicht etwa voraussezen, dass die Tempelkasse die einzige Gemeindekasse gewesen wäre, sondern ישאן als Zustand giebt die getroffene Wahl an. Dass sie auf die Tempelkasse fiel, lag in diesem Falle nah. Ueber die Bestreitung der Kranzkosten fehlt eine Angabe wohl deshalb, weil jene durch allgemeines Gesez geregelt war. Sachlich ähnlich ist noch der Beschluss der attischen Mesogier: C. I. Attic. n. 603 *εἰς δὲ τὴν ἀναγραφὴν τῆς στήλης* (δ)*ότω ὁ ἄρχων Ἀδειμαντο*(ς) *Δ δραχμὰς ἐκ τῆς κοινῆς προσόδου τῶν τοῦ θεοῦ χρημάτων.* — Es geht übrigens nicht an, גו in לכנת גו zum Subject und ערב zum Object zu machen, z. B. so: »dass die Gemeinde Bürgschaft für diese Stele benennen soll dergestalt, dass«. Dies würde heissen, die beschliessende Versammlung veranlasse den Beschluss einer zweiten Versammlung. לכנת hängt von תם Z. 1 ab und גו kann nicht בד צדנים wieder aufnehmen; vielmehr würde es fehlen, vgl. לעטר Z. 1.

[בכסף אלם בעלצדן] verträgt an sich die Uebersezung: »mit dem Gelde d. h. dem Münzfuss, welchen die Göttlichen [die Behörden] die Bürger von Sidon festgesetzt haben«. Denn seit Beginn der autonomen Aera

1) Damit wechselt 1) Ez. 27, 14 סוסים וגו' נתנו עזבוניך „Pferde lieferten sie als deine Waaren", vgl. 22. 2) 27, 16 בנפך ארגמן וגו' נתנו בעזבוניך „mit, d. h. bestehend in, Rubinen, Purpur u. s. w. lieferten sie in [die Zahl, partitiv, vgl. Gesen. thes. 172, n. 2 c d] deine Waaren". עזבנים parallel מערבים Tauschwaaren 27, 33 bedeutet: Waaren. Ich vermuthe daher, dass es Plural von *עֲזָב ist: Ijob 20, 19, dort andre Orthographie für עֲצָב — Handelserwerbungen, kaufmännische Errungenschaften. „Liegen gelassene" (עזב), aufgespeicherte Waaren würden nicht gut auf die Thiere passen. Hierdurch erledigen sich die ZDMG 41, 739 erhobenen Schwierigkeiten, wie Aug. Müller mir zugegeben hat. Das Wort dürfte phönikisches Lehnwort sein: wie מָעוֹז in der Bedeutung „Hafen" (Schiffszuflucht معاذ) Is. 23, namentlich auch wegen des Pluralis auf ônîm: מעזניה Is. 23, 11. מָעוֹז „Bergfeste" ist hebräisch, die Vocalisation nach der Wurzel עז beruht auf falscher Etymologie. Die סרני פלשתים scheinen dialektischer Plural von שׂר. — Beiläufig, für פנג ודבש Ez. 27, 17 scheint דונג וד' zu lesen.

111 v. Chr. schlug Sidon Drachmen nach phönikischem Münzfuss[1], und die Inschrift von Maʿṣûb legt diese Uebersezung nahe (s. u.). Gegen sie spricht die Auslassung jener Werthbestimmung an der Stelle, wo es sich um die grössere Summe für den Goldkranz handelte: Z. 3. Da kann also die Voraussezung nur athenisches Gewicht sein. Auch war es natürlicher, den Preis für die Stele nach dem Ausdruck des attischen Steinmetzen zu bestimmen. Mit Recht hat daher der Herausgeber **אלם** als Singular gefasst. Von der Singularbedeutung der Pluralendung ***îm*** im Phoen. giebt es verschiedenartige Spuren.

Zunächst ist möglich, dass durch Anhängung von ***îm*** an Personenwörter eine Ehrfurchtsbezeichnung entstanden ist: **עכברם** C. I. S. n. 236 neben **עכבר** 239. 247 und **עכברא** fem. 395. **צרבם** 380 von **צרב** Lamm[2]) Siripa?[2]); **מגנם** 192. 315 neben **מגן** 198. 208—210. 212. 232. 424. u. a.; ferner **ארשם** 317. 853. 431 neben **ארש** 356. 358. 360. 392. 424. 425 u. a.; **שצפם** 274 neben **שצף** 194. Sisipa C. I. Lat. VIII, n. 6638; **זיבקם**, vgl. S. 161, n. 332, n. 97. 132. 251. 423 neben **זיבק** 97 Syphax, vgl. 341. **גרגשם** neben **גרגש** n. 405 N. 306. Diese Behandlung von Eigennamen nach appellativischem Vorbilde mag ursprünglich bedeutet haben: das Kind Magonîm soll die werthvolle Quintessenz des Vorfahr Magon, Magon-heit, ein Erz-magon sein; oder aber seine Person soll vom Grossvater ganz und gar erfüllt sein: Eitel-Magon. Vielleicht bildete **פנים** den Ausgangspunkt. Man kann im afrikanischen Latein die Namen auf -osus, -osa vergleichen[3]), die solchen Wörtern wie gloriosus folgen, darunter punisch-liby-

---

1) Head, Hist. num. 1887, S. 673.

2) Siripa C. I. Lat. Index. צרבאיל parallel גדי = גרא. Wie D. H. Müller, nach ZDMG 40, 737, hatte ich ܒܕܘܐ verglichen. Die Thiere der Opfertafel von Marseille C. I. S. n. 165, 9 sind nach Grösse und Werth geordnet: 1. אלף 2. עגל אש קרני לם במחסר באטומטא ein Kalb, dem noch von Natur (*κατ' αὐ̥τόματον*!) seine Hörner fehlen; dann 3. איל Hirsch 4. יבל Schaaf, allgemein wie إبل 5. עז 6. אמר Lamm 7. גרא Zicklein 8. Hirschlamm. Widderlamm wäre unbegreiflich. C. I. S. n. 167, 5. — Die Etymologie von ضرب bleibt im Dunkeln, denn hebr. צרב versengen = verschrumpfen, Vernarbung, gehört zu ضَرَبَ zusammenziehn, stopfen.

3) Ueber sie handelt Mommsen in Ephem. epigr. IV, S. 520. (1881.)

sche wie Didosa (Dido) Lillosa (Lilleus) Monnosa (Monna). Es ist nicht wahrscheinlich, dass jene Klasse alte Muster wie בִּלְעָם (בלע) עֲמְרָם fortsezt, weil die wechselnde Sezung und Fortlassung der Endung auf einen dem Sprachgefühl noch lebendigen Bedeutungsunterschied weist.

Bei dem Worte אלם liegt die Sache recht verwickelt. Als Singular ist es sehr wahrscheinlich in רב כהנם אלם נרגל »Hoherpriester des Gottes Nergal« C. I. S. n. 119. Hierfür spricht namentlich רב כהן אלת n. 244 »Hoherpriester der Göttinn« nämlich der TNT, welcher derselbe die Stele weiht; כהן אלת n. 243. Man muss etwa elôt[1]) (wie אֲחוֹת oder plur. maj.) sprechen, nicht Allât, welches dasselbe, aber mit dem arabischen Artikel ist. אלם kann nicht Titel zu רבכהנם sein, weil es dann, nach der Maʿṣûbinschrift zu schliessen, vielmehr רב אלם כהנם hiesse. — אלם ist ferner Singular in פנת אלם »vor die Gottheit« auf den Opfertafeln: C. I. S. S. 234 Marseille, Zeile 13, vgl. n. 167, 8. Hieran reiht sich אלם בעלצדן dieser Inschrift.

Eine andere Klasse ist für sich betrachtet die folgende. מתנאלם C. I. S. n. 194. 363. Muthunilim C. I. Lat. VIII, n. 10525 neben מתנאל n. 406, vgl. מתנבעל, »Gottesgabe« ein Name; אש אלם »Gottesmann« (Prophet?)[2]) ein Titel. עבדאלם n. 7. 334 *Ἀβδήλιμος* »Gottesknecht« neben Abdalonimus[3]), Name; אמת אלם n. 378 »Gottesmagd« Titel; כלבאלם n. 49 Name[4]); גלב אלם n. 257. 258 Tempelhaarscheerer, Titel.

---

1) Vgl. חתלת fem. n. 221. 430, vgl. 149. Ich meine, wie Otmilc (Index C. I. Lat.) und אחתמלכת: Ḥôt[lô(t)].

2) In לבעליתן אש אלם אש למלקרתרצף de Vogüé, Mél. d'archéol. S. 81. רצף ist nur andere Schreibung für רשף Apollo, veranlasst durch ק.

3) Schröder, phön. Spr. S. 129. 160.

4) Es ist wunderlich, dass die Herausgeber des C. I. S. S. 97, vgl. 95, ein Amt? der כלבם auf der Rechentafel in Kition als קְדֵשִׁים deuten nach Deut. 23, 18. 19, wo כלב doch Schimpfwort ist. לכלבם וְלַגֻּרִם geht eher auf das Futter für die Tempelhunde und ihre Jungen. — כלבאלם hat ehrenvollen Sinn: treuer Begleiter und Diener Gottes. Vor andern ist der Hund der Isis (Sothis) berühmt, ferner des Adonis, des Melqarth, der die Purpurschnecke fand, von Assyrern und Babyloniern zu schweigen. Sowie es in den Mithrasmysterien einen Grad der *leones* gab, konnten sich Naziräer der Astarte-Isis nach dem Vorbilde des Himmelshundes כלבאלם nennen.

Diese Beispiele haben mit einander gemein, dass in ihnen אל Gott bedeutet und zwar als Gattungsbegriff, nicht einen bestimmten Gott. Grade für den Allgemeinbegriff Gottheit scheint die Form אלם zu dienen, der wirksame Bestandteil, das numen des Gottes, von den Erscheinungsweisen, die er mit Nichtgöttern gemein hat, abgezogen und für sich klassificiert, *τὸ θεῖον*; אל dagegen ist der einzelne Gott im Idol, אלנם sein wirklicher Einzelplural. Wenn nun ein concreter Gott wie Nergal und Baʿl-Ṣîdôn als Gottheit bezeichnet wird, so sezt diess ein Streben voraus, in dem Begriff das Wesentliche vom Zufälligen zu unterscheiden und die Vorstellung zu vertiefen, wie dasselbe grade so in den Widmungen: numini, ja deo Iovis u. s. w. geschieht. Die Verbreitung dieser Richtung eingehender zu behandeln, ist hier nicht der Ort.

Noch anders verhält es sich wahrscheinlich mit dem Titel הרב מקם אלם C. I. S. n. 260. 261. 262 und 377, wo so der Vater betitelt ist, während gleichzeitig der Sohn מקם אלם allein heisst. Ebenso allein מקם אלם n. 227 in einer Sufetenfamilie. Er bedeutet, mein' ich: loco diuino, von fürstlichem Range, zwar ein Amtstitel, der aber damit zusammenhängen mochte, dass seine Träger vom höchsten Adel waren und ihren Stammbaum auf die Götter zurückführten. Für אלם bestätigt diese Bedeutung die Inschrift von Maʿṣûb, wogegen ebenda die ptolemäischen *θεοὶ ἀδελφοί* אלני אֲחִים heissen. Hiernach wage ich die schwierigen Worte der marseiller Opfertafel (vgl. C. I. S. S. 234) zu deuten: כל מזרח וכל שפח וכל מרזח אלם וכל אדמם אש יזבח »Jeder von eingebornem Adel, jeder Mann von (alter) Familie, jeder von gefeierter Fürstenstellung, und überhaupt alle Leute, welche opfern«. Drei Adelsklassen von aufsteigendem Range: einfache Grundbesizer, Denom. von אזרח; שְׁפַח von מִשְׁפָּחָה; מרזח *περιβόητος, διατεθρυλημένος*, vgl. ממלך Ešmunazar 9.

Bei der obigen Erklärung von בת אלם und Genossen ist der Uebersichtlichkeit wegen von ähnlicher Verwendung des Plurals in den Dialekten abgesehn worden und auch hier soll dieselbe nur gestreift werden. Im Syrischen steht ܒܝܬ vor einem gen. plur. 1) wenn sich in dem Hause in der Regel eine Mehrzahl concreter Individuen befindet, vgl. Payne-Smith unter ܒܝܬ z. B. ܒܝܬ ܐܣܝܪ̈ܐ, ܐܣ̈ܝܐ, ܐܟܣܢ̈ܝܐ, ܡܣܟ̈ܢܐ; 2) wenn

man gewöhnlicher einen als mehre erwartet, sodass der Plural allmählig Gattung und Stand bezeichnet: ܒܝܬ ܡܟܣ̈ܘܣܐ, ܦܘܬ̈ܩܐ ܦܘܬܩܐ ܦܘܬܩܢܐ *χαπηλεῖον*, ܬܐܛܪ̈ܘܢ Theater, ܒܝܬ ܓܢ̈ܢܐ = בית הַגָּן 2. K. 9, 27, ܬܪ̈ܥܐ *πυλών*, ܚܘܪ̈ܒܐ Wüste, ܡܨܝ̈ܕܐ Netz ܡܨܝܕ̈ܬܐ, ܢܦ̈ܫܬܐ Grabkapelle ܢܦܫܐ neben sing., ܣܗ̈ܕܐ *μαρτυρεῖον* ܒܝܬ ܣܗܕܐ dasselbe; ܒܝܬ ܦܬܟܪ̈ܐ, ܓܠܝ̈ܦܬܐ, ܦܬܟܪ̈ܐ Gözentempel, Gözenkapelle u. s. w. Während hier in den meisten Fällen die Pluralform bald diese bald jene begriffliche Kategorie vertritt, konnte im Falle von אל diese Verschiedenheit von אלם und אלנם äusserlich verdeutlicht werden.

Somit bleibt אלם בעלצדן der Stadtgott von Sidon; vgl. Ešmunazarinschr. 1, 18 (s. u.) Hesychius: ***Θαλάσσιος Ζεύς· ἐν Σιδῶνι τιμᾶται.*** Es ist noch immer nicht unnöthig zu sagen, dass בעל in solchen Zusammensezungen ursprünglich keinen andern Werth als ذو in ähnlichen im Arabischen und ؟ im Sabäischen hat. Man liess schon sehr früh den Genetiv fort um der Abkürzung willen, z. B. in Personennamen, ohne an etwas anderes zu denken, als an seinen örtlichen Gott, den der Genetiv bestimmte, wie die Sabäer in ihren Namen mit אל an אלמקהו denken mochten, keineswegs an einen personificierten allgemeinen Begriff. Solche besondere Gestalt eines בעל X sezten auch die Fremden voraus, wenn sie die Abkürzung בעל für den Namen des Gottes hielten wie z. B. die Aegypter. Diese Auffassung ward dadurch noch nicht wesentlich verändert, dass die vielen Genetiv-Bale zum Gattungsbegriff Bal führten: der Begriff einer Götterklasse im Gegensaz zu Klassen anderer Wesen kann nicht die Vorstellung bewirken, dass irgend ein einzelner Gott die Wesenheit aller Mitgötter in sich schliesse. Auf diese Weise kommt man weder mit אל noch ااااه zum Monismus, welcher übrigens viel mehr Philosophie voraussezt, als der Monotheismus. Bevor man dahin gelangte, das Gemeinsame in den Individuen der Gattung als ein Individuum höherer Ordnung selbständig zu erfassen, aus Göttern die Gottheit, aus Genetiv-Balen die Bal-heit zu fixieren, und diese zu einer die Bale und die Welt durchziehenden Kraft und Substanz zu personificieren und den Namen Bal für diesen Begriff zu verwenden: bevor man dahin kam, hatte Weltkunde und Theologie noch grosse Fortschritte zu machen.

Mit diesem Fortschritt hängt zusammen, soweit es nicht bloss auf Missverständniss der Abkürzung irgend eines bestimmten Genetiv-Bal z. B. u. a. בעלשמם, oder auf Zusammenwerfung von בֵּל und בְּעַל beruht, dass die Griechen בעל mit *Ζεύς* übersezten, ob es jedesmal genau war oder nicht. Die Piraeusinschrift übersezt שמעבעל schlecht *Διοπείθης* = »dem Baʿl gehorchend« statt »Baʿl hat erhört«.

Z. 7. Vgl. C. I. Gr. n. 100 *Ὅπως ἂν εἰδῶσι πάντες ὅτι ἐπίστανται Πειραιεῖς χάριτας ἀξίας ἀποδιδόναι τοῖς φιλοτιμουμένοις εἰς αὐτούς.*

חלפת] für »Tauschwerth, Aequivalent, Dank« hat an חֵלֶף Num. 18, 31. 21 eine hebräische Anlehnung. Im Aram. ist diese Wendung der Bedeutung gewöhnlicher: חלפן Buxtorf, ܡܚܠܦ ܡܠܟܐ Land. Anecd. 2, 360 ܒܚܘܠܦܗ̇ ܕܗܘ ܠܡܠܟܘܬܐ, Iulian 105, 25.

פעל משרת]. Wegen des Futurums (*φιλοτιμουμένοις*) könnte man lieber פעלם שרת lesen wollen, aber wegen des Pielverbs ist משרת als Substantiv wahrscheinlicher als שרת, vgl. מכנת. Zur Sache: *λειτουργίαν καὶ ὑπηρεσίαν ἐκτελεῖν* C. I. Gr. 2786, 6. 236, 33. Besonders in dem ersten Worte liegt der Begriff eines unbesoldeten Ehrendienstes, um welchen es sich auch hier handelt.

In der griechischen summarischen Inhaltsangabe ist die Auslassung des Verbs (*ἐτίμησεν* oder *ἐστεφάνωσεν*) etwas Gewöhnliches, auch auf Kranzstelen, nicht nur an Statuen.

II. Die Inschrift von Maʿsûb.

Clermont-Ganneau, Revue archéol. V, 1885, S. 380.

1 ערפת כברת מצא ש[מ]ש וצ־ 2 פלי איש בן האלם מלאך מלכ־ 3 עשתרת
ועבדי בעל חמן 4 לעשתרת באשרת אל חמן 5 בשת N ||| | לפתלמיס אדן
6 מלכם האדר פעל נעם בן פת־ 7 למיס וארסנאס אלן א[ח]־ 8 ים שלש חמשם
שת לעם [צר] 9 כמ איש בן אית כל אחרי [המק]־ 10 [דש]ם איש בארץ לכ[ן]
לם ל 11 [סכר ושם נעם] [לעלם]

Uebersezung.

Die grosse nordöstliche Säulenhalle [ist es], welche [wieder] gebaut haben die Göttlichen, die Gesandten und Diener der Königinn

Astarte, Bürger von Ḥammôn, zu Ehren der Astarte in dem Siz der Gottheit von Ḥammôn, im Jahr 26 des Ptolemaios des erhabenen Herrn der Könige, des Wohlthäters, Sohnes des Ptolemaios und der Arsinoe, der Brüdergötter, im drei und fünfzigsten Jahr des Volkes von [Tyros] sowie sie auch [wieder] gebaut haben alle übrigen [Heiligthümer], die im Lande (sind), damit es ihnen zum ewigen [Andenken und guten Namen] gereiche.

Anmerkungen.

Die Inschrift datiert vom Jahre 221 v. Chr. unter Ptolemaios III.

Zum Verständniss hat man zu beachten, dass ihr Fundort Maʿṣûb, auf der Karte von Socin's Baedeker von Palästina S. 370, vgl. S. 442, Masuba[1]), von dem Thale des Wâdî Ḥamûl, dessen rechte Uferseite der Hügel von Umm el-ʿawâmîd überragt, durch die Hügelkette des Gebel Mušaqqa getrennt ist und südlich von der tyrischen Treppe liegt. Es kann also die Inschrift von Umm el-ʿawâmîd[2]), welche lautet:

ל מלכעשתרת אל חמן

»der Königinn[3]) Astarte der Gottheit von Ḥammôn«

---

1) Auf Van de Velde's Karte, deutsch 1866, R. Mâ'asûb östlich el-Bussah am rechten Ufer des Wâdî Kerkera durch einen Binnenlandweg über die Berge hinweg mit dem Wâdî Hamûl im Norden verbunden.

2) C. I. S. S. 33.

3) Milka-ʿaštart, wie אמעשתרת neben אמתעשתרת, vgl. C. I. S. S. 17 zu Zeile 14 und n. 46. n. 321. 387. 253. 263. 302. Eine umständliche Begründung dieser Auffassung bleibt einer andern Stelle vorbehalten. Obgleich r gutturalische Neigungen haben kann, erscheint als ursprüngliche Aussprache ʿAštart mit a durch *Ἀσταρτη*, Bostar, *Ἀταργατις*, babyl. *Istar*, عَثَّرْ, عَثَّرَى (für den sabäischen Gott) u. s. w. gesichert. Das Aegypt. āstarṭ bei Lepsius Zeitschr. 1869, S. 2 und sonst widerspricht dem nicht. Bondi, Hebr.-phön. Lehnw. 1886, S. 12. 13, schreibt āsϑárϑá, wobei á eine Art a ist, welches auch א vertritt. — (Bondi vi * sezt árqabasa gleich אלגביש; unrichtig, denn bei Ez. 13, 11. 13. 28, 22 ist אַבְנֵי אֵל גָּבִישׁ „Gottessteine aus Eis" zu lesen: Iulian, syr. 96,24.) Für Aussprache mit *u* darf man nicht mit Schröder, phön. Spr. S. 135, Ortsnamen wie *Ἄστυρα* bei Arados anführen, denn dies ist viel eher חָצֹר*. Neben *Bostar* mit a erscheint *Βοδόστωρ* acc. *Βοδόστορα* Diod. Sic. 24,12, *Βώστωρ*, *Βώστορα* Polyb. 3, 98. 99.

recht wohl beweisen, dass Umm el-ʿawâmîd im Alterthum den Namen Ḥammôn führte[1]). Der moderne Ort Ḥamûl (?), welcher weiter aufwärts

---

Aus dem Phön. entlehnt ist der Mannesname עשתור *'Ασθώρου* in Palmyra bei de Vogüé, Inscr. Sém. I, n. 4; vollständiger בר עשתור im jerusalemischen Talmud wie ברעתה כִּ?? Barathes. Denn בי בר עשתור dort, Bikk. I, 64ª oben, ist eine Familie jüdischer Proselyten, kein Ortsname, vgl. Talm. Jer. Dem. VI, 25ᵇ bei Levy, Neuhebr. Wb. 3, 712 (gegen Neubauer, La géogr. du Talm. S. 300). Dieses ô also ist ein Dehnungsqômeṣ wie in עֲקָרָב (vgl. oben S. 6), also von dem masoretischen Cholem von עשתרת verschieden. Dieses trägt am Ende die Vocale von בֹּשֶׁת oder תֹּפֶת Gespei, der Rest nach בַּפֹּרֶת u. dgl., vgl. Nöldeke, ZDMG 42, 481, 2. — Das Etymon von עשתרת kommt wie assyr. bitkur von בכר (W. G. com. de Baudissin, Jahwe et Moloch 1874, S. 25) wahrscheinlich von עשר aram. עתר, reich sein. Im Arab. entspricht غثر gedrängt voll von frischen Kräutern sein. غَثْرَة Gras-Fülle, Reichthum; غَيْثَرَة Wirres Gedränge übereinander fallender Menschen. رَعاعٌ غَثَرَةٌ Kuddel-Muddel gemeiner Menschen (Ǵauharî). أَغْثَرُ Vogel mit wirr durcheinander liegenden Federn. غَثْرَاءُ (Mantel) dessen Wollhaare dicht gedrängt, nicht vereinzelt stehn. غَثَرٌ die dichte Wolle, Zotten eines Kleides. غَنْثَرَ üppig wachsen vom Haar; üppig (über den Durst) trinken; غُنْثُرٌ wie أَغْثَرُ dumm eig. dull, trübe, wirr. أَغْثَرُ غُثْرَة staubfarben (wahrscheinlich zunächst von dem aufgerührten Wasser des Tränkplatzes, bei dem sich das Vieh übereinander drängt: مُغْثِرَيَة, daher أَغْثَرُ vom trüben „Entengrün"), غاثَرَ Aġânî 21, 142, 12. Der Eindruck der Ueppigkeit und Ueberfülle entsteht hier an Dingen, die von Natur in Menge auftreten dann, wenn sie vor Fülle wirr über- und durcheinander fallen. Dieses Merkmal knüpft an عثر straucheln (verwirrt fallen) an, von dem غثر abgezweigt ist. عِثْيَرٌ Staub, der durch Straucheln einer sich gegenseitig überhastenden (Reiterei), die deshalb keine vollständigen Fussabdrücke hinterlässt, aufwirbelt u. s. w. (Lane). — Zwar wird im Ḳâmûs für عَثَّرِى auch die Variante غَثَّرِىٌّ angeführt, aber die älteren Zeugen meiner Sammlung kennen sie nicht. غثر ist centralarabisch, عَثَّرُ das Fremdwort aus dem Sabäischen widerspricht also jener Etymologie nicht. Wenn nun wirklich der sabäische Gott, mit dem der Mescha-inschrift nächstverwandt?, „der Ueppige" bedeutete, die nord- und ostsemitische Göttinn „die Ueppige", so brauchen beide miteinander keine sachliche Gemeinschaft gehabt zu haben. Jener scheint in der That der Sonnengott, diese die Mondgöttinn gewesen zu sein.

1) Die Ruinen von Umm el-ʿAmad scheinen bei E. G. Schultz bei Ritter, Erdk.

von el-ʿAwâmîd an der linken Seite des Wâdî oder des ʿAin Ḥamûl liegt, würde seinen Namen von dem Bache, der Bach aber von der Stadt Ḥammôn d. i. Umm el-ʿawâmîd erhalten haben. Wenn aber auch der heutige Ort Ḥamûl(?) oder ein dritter gleich dem alten Ḥammôn wäre, und der Tempel jener Astarte dort gestanden hätte, so würde diess der folgenden Auffassung der Inschrift keinen Abbruch thun. Sie scheint nämlich zu besagen, dass Bürger der Stadt Ḥammôn, als Gesandte der »Königinn Astarte«, ihrer Stadtgöttinn, genannt »die Astarte in dem Siz der Gottheit von Ḥammôn« eine Säulenhalle, oder einen Teil derselben, an dem Tempel des nicht genannten Ortes, heute Maʿṣûb, (wieder) erbaut hätten. Dieselben Beamten hatten noch andre kleinere Heiligthümer ausgebessert. Alle diese Tempel standen also unter der kirchlichen Verwaltung des Astartetempels von Ḥammôn, der Metropole der Nachbarschaft.

Es ist bei solcher Sachlage natürlich, dass die Wohlthäter von Maʿṣûb ihre Herkunft genauer angeben, aber den Schauplatz ihrer Thätigkeit ungenannt lassen.

1. **ערפת** vgl. S. 11f.; **כברת** ist stat. cstr.: Is. 36, 9 oder absol. 1. Kön. 6, 7, **מצא** Genet. oder Accus. Zur Genetivrection vgl. Ešmunaz. Z. 11 **זרע ממל[כ]ת הא אם ארמם המת** »Same selbiger kgl. Person oder selbiger Leute«. — **צפלי**] von **צפן**, aber schwerlich Nisba, in demselben Sinn. Vielmehr steckt in **י** das Pronomen, welches 1) auf **ערפת** oder 2) auf das Compositum **מצא שמש** gehn kann. Denn **י** geht auf fem. wie masc.: C.

16, 807 in der That *Chirbet* Hamûl zu heissen. Guérin, dem Renan widersprach, hatte die Identität von Umm el-ʿAwâmîd und Hamûl behauptet: Miss. de Phénicie S. 749. *Λαοδίκεια* in בפלג לארך kann sich nicht auf den Ort des Tempels des בעלשמם beziehn. In diesem Falle müsste es nach dem Sprachgebrauch hinter לבעלשמם stehn. Nach der Stellung, die es hat, bezeichnet es die Heimath des Weihenden d. i. Laodicea ad mare. Nur dieses haben die Griechen unter *Λαοδίκεια ἐν τῇ Φοινίκῃ* verstanden. Vgl. Appian ed. Tollius I, S. 201, Syr. 57. Eustathius u. s. w. Es ist dieselbe Stadt wie לארכא אש בכנען. Vgl. Bull. de Corresp. Hellén. 1877, I, S. 285. Zwischen Tyros und Ekdippa gab's kein Laodikeia (Skylax). פלג kann der Name eines Dorfes bei der Stadt sein.

I. S. n. 280 נדרא שרדנת א[ש צד]ן בד ארני בר חמלכת בת »gelobt hat Sara-DNT die Sidonierinn mit Vollmacht (בְּדֵי) ihres Herrn Himilko, die Tochter ...«. Die hebräischartigen Suffixe ה fem. ו, sing. und plur. in der Inschrift von Byblos stehn für sich. — Im ersten der beiden oben erwähnten Fälle könnte man übersezen: »die grosse Säulenhalle der Sonnenaufgangsseite und ihre (der Halle) Nordseite« = צְפֻנֶיהָ wie עבדי Z. 3: ṣafûnêja. Der Plural wie in אֲחֹרֵי המשכן Ex. 26, 12. 33, 23 אֲחֹרַי וּפָנַי, die Analogie von פנים fortsezend, und darum den Begriff »Seite« einschliessend; man hätte dann מוֹצָאֵי zu sprechen. Darnach handelte es sich um den Wiederaufbau der Säulenhalle längs der östlichen und der daran anstossenden nördlichen Tempelwand. Dabei wäre diese Halle oder der ganze Tempel schon früher der hammonitischen Astarte geweiht gewesen. Allein gegen diese Erklärung spricht der Wechsel der Construction vom Genetiv zum Nominativ der Apposition. Die zweite Möglichkeit dagegen ist unanfechtbar: das Suffix von צפלי geht auf מצאשמש als Ganzes: »die grosse Säulenhalle des Ostens und seines Nordens«. Die Orientierung braucht sich hiernach nicht auf die Tempelseiten zu beziehen, ist ja die Halle schon durch ihre Grösse gekennzeichnet. Sie mochte sich von kleineren Hallen durch grössere Tiefe, also mehr Säulenreihen unterscheiden. Diess passt namentlich auf die Säulenhalle der vorderen (in der Regel östlichen) Seite des Tempels, also das *προστῷον*, das schon in der Piraeusinschrift die wahrscheinlichste Bedeutung von ערפת war. Es würde dann die Orientierung des Tempels mit der der Halle zusammenfallen, und deren Teil rechts vom Eintretenden gemeint sein.

Da sich ergeben hatte (S. 11 f.), dass ערפת ein offen an das Tempelvierseit angelehnter Säulengang und keineswegs eine von Innen herausgebaute geschlossene Seitenkapelle *ἐξέδρα* (vgl. Baʿlbek) war, so folgt, dass der ganze Tempel von Maʿṣûb der ḥammonitischen Astarte geweiht war.

Herr Clermont-Ganneau lobt Herrn Beaumont's Vermuthung, welche dem כברת die Bedeutung des assyrischen *kibrat* (kiprat) »Himmelsrichtung verleiht, und übersezt: »Portique du côté du levant et du septentrion (?)«. Indessen vor Allem, es liegt keine Nöthigung vor, die Be-

deutung soweit herzuholen; sodann bedeutet das jenem *kibrat* im Hebr. vielleicht entsprechende Wort כברת הארץ nicht eine beliebige »Landstrecke«, sondern eine solche bestimmten Maasses: wohl die scheinbare Grösse, das Landmaximum, welches zwischen dem Auge und dem Horizont liegt: Sehweite, nicht: Sehrichtung. Es wäre auffallend, wenn das Phön. in einem so sachlichen Ausdruck von seiner nächsten Schwester abwiche. Man darf sich auch nicht auf Verpflanzung bautechnischer Ausdrücke, wie der Tempelorientierung, aus Babylonien nach Phönizien berufen. Denn nach Perrot und Chipiez ahmte die Anlage des היכל diejenige aegyptischer Tempel nach. Dieses harmlose Wort sollte freilich auch einmal »akkadisch« sein[1]).

Z. 2. מלאך מלכעשתרת ועבדי בעל חמן] Clermont-Ganneau: Envoyés de Moloch-Astarté et de son serviteur Baal Hammon« Moloch-Astarté sei der tyrische Meliqart, und Bal Hammon von Karthago als jenem inféodé, als sein Knecht, bezeichnet. Schwerlich. Wenn wirklich in dem Tempel zu Tyros, von welchem dann die Gesandtschaft ausgegangen wäre, Maliqart die Astarte zur *πάρεδρος* gehabt hätte, so würde gesagt sein מלקרת עשתרת, sowie man מלקרתרצף (de Vogüé, Mél. S. 81) [אשמנמלק]רת] C. I. S. n. 16[a], vgl. 23ff. צדמלקרת ibd. 256 sagte. Dass gerade dann, wenn es sich um den Stadtgott von Tyros amtlich handelte, dieser מלך genannt worden, ist recht unwahrscheinlich[2]): vgl. לאדנן למלקרת בעל צר C. I. S. S. 151, zumal andrerseits auch in Libyen ein בת מלכעשתרת Carth. 2040 C. I. S. S. 33 vorkommt, und auch die Libyer den tyrischen Gott מלקרת nannten; noch unwahrscheinlicher aber, dass wenn zugleich eine karthagische Theorie erwähnt werden sollte, man den Namen תנת ausliess; am allerunwahrscheinlichsten wohl, dass zu jener Zeit die Tyrier, wenn auch

---

1) Stammt היכל aus Assyrien (über Damaskus?), so ist viel wahrscheinlicher, dass zuerst ein Königspalast darunter verstanden ward. Die Etymologie bleibt darum doch die alte von Gesenius: Raum und Menschen „umfassendes“ Haus, zu הָכִיל und יכל.

2) מלך, nächst dem Gattungsbegriff אל wohl der allgemeinste Name eines semitischen Gottes, wird an Stelle des wesensverwandten tyrischen Maliqart in denjenigen phönikischen Staaten gebraucht, in denen מלך nicht *ἀρχηγέτης* war.

nur im Kanzleistyl, die stolzen Mitbürger Hannibals, das ebenbürtige Blut ihrer Tochterstadt, mittelbar sollten Knechte genannt haben, noch dazu unter den Augen der karthagischen Theoroi. Diese pflegten nicht als Knechte zur Mutterstadt zu kommen, sondern aus frommer Neigung zu Blutsverwandten und aus politischer Speculation. Nennt Jemand sich aus Höflichkeit Knecht des Andern, so sezt er doch voraus, dass Jener ihm den Knecht nicht zurückgebe. Endlich, einen grossen, ja den höchsten Gott, Knecht eines andern höchsten nennen, gränzt an Blasphemie.

ועבדי »und ihre der Königinn Astarte[1]) Diener« wird durch die folgende Zeile bestätigt.

לעשתרת באשרת אל חמן] »der Astarte in dem Cultidol der Gottheit von Ḥammôn«. L. אֵלִי, vgl. S. 17f. Durch diese Worte wird ausdrücklich die Göttinn von Maʿṣûb als dasselbe Numen anerkannt, welches im Tempel zu Ḥammôn in seiner Aschera wirkte, vielleicht weil von letzterem aus der erste gegründet worden war. »Die Gottheit von Ḥammôn« ist keineswegs eine von der Astarte verschiedene, etwa, wie denkbar wäre, ein Bal, der mit Astarte dasselbe Cultidol teilte; sondern die allgemeine Voraussezung bei dieser Phrase ist, dass die Gottesperson desselben Namens Astarte an verschiedenen Orten als **אלם**, wirksames Numen, auftritt. Darum heisst es in Umm el-ʿawâmîd: Der Königinn-Astarte, der Gottheit von Ḥammôn C. I. S. S. 33. Zu **באשרת**, welches auch dort hätte stehn können, war in Maʿṣûb insofern ein besondrer Anlass gegeben, als es sich hier um den Vergleich zweier Cultstätten handelte. Da die ʿAwâmîd-inschrift **מלכעשתרת** sagt, wo in entsprechender Phrase die von Maʿṣûb **מלכ** fortlässt, folgt schon, dass Lezteres nur Titel der Astarte war.

Aus der Bibel steht fest, dass **אשרה** in seiner rohesten Gestalt ein willkührlich eingeschlagener Pfahl war zur Kennzeichnung der Stelle, an welcher das Numen wirkte. Das Wort bedeutete auch wohl nur »Ortszeichen«[2]). Sein Gegenstück ist **מצבה**, ein umherliegender zum

---

1) S. oben S. 21, N. 3. Die Gründe, weshalb ich מלכעשתרת so, מלכאסר König-Osiris, מלכבעל König-Baʿl überseze, bei andrer Gelegenheit.

2) Als fem. zu ܐܬܪܐ, اثرة: Stade's Z. f. d. alttest. Wissensch. III, S. 123; die Fe-

selben Zwecke auf seiner kleinsten Seite emporgerichteter Stein. Daher

---

mininendung leitet aus dem Masc. eine neue Sache ab: כִּפָּה: כַּף ܟܦܬܐ: ܟܦܐ; יַרְכָּה Gen. 49, 13 zu יָרֵךְ; בְּרֵכָה Teich: ברכים, חַפָּה: חַף: عُرْفَةٌ: عُرْفٌ فُوهَةٌ zu فم und viel andres: ܥܩܒܐ Ferse ܥܩܒܬܐ Fusstapfe, Fersezeichen. Aelter noch ist diese Unterscheidung im Plural: עקבות: עקב; ידות: יד; צלעות: צלע; כתפות: כתף; כנפות: כנף; פיות Ri. 4, 16, פיפיות: פה etc. — אֲשֵׁרָה wie קָדֵשׁ קְדֵשָׁה haben wohl nur monotheistische Vocalisation nach dem Muster von טָמֵא טְמֵאָה u. dgl. Die echte war vielleicht אַשְׁרָה*. Nächst verwandt ist אַשְׁרֶיךָ, unmittelbar gleich ܐܬܪܐ أُثْر, statt אַשְׁרֶיךָ interjectional und adverbial vocalisiert: Ewald, Grm. § 258[c]. Vorweg, es gehört dieses Wort keineswegs zu اثير oder آثَرَ (s. ZDMG 40, 723). Von أُثْر und أُثْرَة „Zeichen“ aus heisst آثَرَهُ على: „er zeichnete ihn aus vor“ Hariri Maq. I, 248, 5; أَثِرَ على „sich auszeichnen vor“; im Sinne von „sich andern voranstellen“, vgl. ZDMG 12, 75; davon: أَثْرَ „sich ausgezeichneter dünkend als“; آثِرَ ذِى أَثِيرٍ u. s. w. (Urwa ed. Nöldeke S. 19, V. 8) „vor allem Andern“ eig. „als Ausgezeichnetstes (NB. Nominalform der Ordinalzahl!) von Ausgezeichnetem“. Die Nebenbedeutung Glück kennt das Arab. gar nicht. Auch im Hebr. ist sie abgeleitet: אשריך = „O über deine Schritte“! „Solche wunderbaren Schritte (Leistungen, erläutert durch den folgenden Relativsaz) verheissen glücklichen Fortgang“: رجال قَدَمٍ. Von diesem Zuruf aus: אשר u. a., gedeihlichen Fortschritt schaffen: mit ישר hat das Wort nirgend zu thun. Is. 1, 17 lies חָמוּץ = חָמוֹס „schafft Gedeihen statt supplantatio den Beraubten“. Ebenso Is. 3, 13 u. s. w., auch באשרי Gen. 30, 13. — Vgl. phön. נעמפעם secundo pede, Namphamo = 'Αγαθόπους Agatopus, öfter z. B. C. I. Lat. IX, n. 3731; X, n. 1723. Beiläufig: Namp-ulus Gud-ulus Gud-ulla (vgl. Gudd-usmonis Tellus (sic) C. I. Lat. VIII, n. 5899 גד אשמן) u. dgl. sind Hypokoristika und die Endungen lateinisch: gegen Schröder, phön. Spr. S. 17. — גד בעל* Gudubal übersezt Leontopodion Pes leonis bei Löw, Aram. Pflanzennamen S. 406: denn wo der Löwengott den Fuss hinsezt, bringt er Glück. — Mit אשריך erscheint سَعْدَيْكَ noch verwandter, wenn سَعْدٌ und סעד (سَاعِدٌ der stützende hilfreiche Vorderarm), ihre übertragende Bedeutung von צַעַד Schritt, صعد ableiten, obgleich es die Wurzel mit ס ist, welche die ursprüngliche Aussprache beider bewahrt. لَبَّيْكَ, nur formell analogisch, bedeutet (לְךָ) לְבִּי אֵלֶיךָ. — תאשור, was wegen Ez. 27, 6 willkührliche Vocale hat, kann etymologisch zu thun haben — wie תֹּרֶן aus תארן* von אֹרֶן, vgl. ܬܐܪܘܢܬܐ — mit ܫܘܪܒܢܐ und ܣܘܪܒܢܐ assyr. *survan*, Löw, aram. Pflanz. S. 388; Delitzsch, Paradies 107; de Lagarde, Mittheilungen 1884, S. 225, sowie phön. *ζουορινσιπετ* Löw S. 406 שרבין זפת *ἄρκευθος* Pechtanne: *ζορουινσιπετ*. *κυπάριττος* doch von גֹּפֶר? De Lagarde, Mittheilungen 1884, S. 227.

die Aschera des Baal, welche König Ahab gemacht hatte (1. K. 16, 32), von einem Spätern Masseba des Baal genannt wurde: 2. K. 3, 2. **חמנים** heissen diese Zeichen der göttlichen Gegenwart beider Klassen, aber besonders der ersten, sobald sie mit einer Sonnenscheibe versehn, oder sonst mit dem **בעל חמן** in Verbindung gebracht werden.

Ohne ihre Verschiedenheit ganz einzubüssen, sind diese gestaltlosen Idole von der Kunst mit Symbolen, Andeutungen von menschlicher Gestalt und Bekleidung, die Ascheren hermenartig, ausgebildet worden, was anderswo archäologisch auszuführen bleibt. Der ***Abad-Aŝra-tum*** unter Hugo Winckler's schönen Entdeckungen von Tell el-amarna[1]) steht desshalb meines Bedünkens für **עבד עש(ת)רת**[2]); höchstens könnte **עבדאשרת*** stehn wie **עבדהכל**, vgl. **גרהכל**, C. I. S. n. 112[b] »Knecht des Gottessizes«, d. h. Hierodule[3]).

כמ אש בן אית כל אחרי [המקדש]ם אש בארץ. Nach der Abbildung verträgt die Lücke am Ende der Zeile zwei oder drei, am Anfang nur zwei Buchstaben vor dem **ם**, welches höchstens noch **ש** sein könnte. — **אחרי** nach Clermont-Ganneau wie **אחרי השאר** C. I. S. n. 165, 8 »das übrige Fleisch«. Diese Nisba von אַחַר erklärt sich als der Analogie von שֵׁנִי folgend, vgl. רִאשֹׁנִי Ier. 25, 1. ܩܕܡܝܐ. Gerade so folgt آخَرُ der Form von أَوَّلُ aus أَوْءَلُ* zu הֹאִיל, targumisch **מן אוולא** aus dem Afᶜel; so **אחרון ראשון** **תנין**; so أَثَرًا مَا آخِرٌ (S. 27) سائِرٌ der Form von ثانٍ u. s. w. — Nach Erörterung andrer, aber gestaltloser Möglichkeiten ergänzt Clermont-Ganneau

1) Sitzungsber. der Akad. zu Berlin 1888, S. 1357. Schrader in Bezold's Z. f. Assyriologie III, S. 364.

2) Die Fortlassung des ע kann bei einem Assyrer, noch dazu bei vorangehendem ע nicht befremden. Zufällig עבדשחרח punisch bei Schröder, phön. Spr. 89, 8. עשׁרת würde sich dem Princip von aram. עתר und arab. عَثَّرُ (Iâq.) عَثَّرِى vom sabäischen Gotte عثتر nähern. De Lagarde, Mittheilungen 1884, S. 77; 2, 80. Vgl. unten zur Eŝmûnazarinschr. 2.

3) Wenn *'Ανδύμων 'Αβδήμων*, wie Schröder, phön. Spr. S. 168 will, עבד חמן* wäre, so wäre das nur späte Abkürzung für עברבעלחמן, wie in den neupunischen Inschriften, vgl. Schröder, ebd. S. 88, N. 17. Wahrscheinlicher aber עבדאשמן *Αβδι[σ]μων*.

wie oben, und sezt voraus, dass jene Gesandten Subject bleiben. Diess ist sicherlich nothwendig, wenn die Schlussformel auf das gute Andenken der Erbauer geht. Was das »Land« sei, hängt von dem Ausgangspunkt der Gesandten ab; nach meiner Auffassung ist es die von חמן kirchlich abhängige Landschaft, und nur ein Theil des tyrischen Gebietes, sofern Ḥammôn zu diesem gehörte.

Vorausgesezt, dass Ḥammôn und Umm el-ʿawâmîd derselbe Ort ist, so war die Königinn-Astarte im Jahr 221, zur Zeit, als die Ptolemäer das Land hatten, die Hauptgöttinn des Ortes. Im Jahr 132 v. Chr. datiert die Bauinschrift von ʿAwâmîd, welche an Baʿlšamêm gerichtet ist, nach seleukidischer Aera: C. I. S. S. 31; seit 159 v. Chr. datieren die tyrischen Münzen ebenso: Head, hist. num. S. 675. Vielleicht gehören die ionischen Säulen dieses Ortes dem Tempel des Baʿlšamêm an. Auf diesen Namen spielt an Daniel 11, 31 השקוץ משמם: 12, 11 שקוץ שמם, das *βδέλυγμα ἐρημώσεως* 1. Macc. 1, 54, der Altar des Baʿlšamêm, welcher von Antiochos Epiphanes 167 v. Chr. an der Stelle des Brandopferaltars von Jerusalem erbaut und nach dessen Gotte, zufolge 2. Macc. 6, 2, Jahwe's Tempel *Διὸς Ὀλυμπίου* zubenannt wurde. Als *Πολιεύς* heisst er: אֱלֹהַּ מָעֻזִּים Dan. 11, 38, vgl. 39. Dieser Zeus war der eigentliche Familiengott der Seleukiden[1]). Also gesellte sich vielleicht in seleukidischer Zeit der Cult des Baʿlšamêm in Ḥammôn zu dem der älteren Königinn-Astarte, die damit zur *Ὀλυμπιὰς βασιλὶς Ἥρα* befördert wurde. All unsere sonstige Kunde von Baʿlšamêm weist darauf hin, dass Phöniker und Punier mit diesem Namen lediglich den griechischen Zeus oder den Jupiter bezeichneten.

Zum Eingeständniss, wie wenig sicher im Ganzen bei unsern dürftigen Hilfsmitteln die Entzifferung dieser Inschrift bleibt, in welcher das Jod von עברי eine so entscheidende Rolle spielt, gebe ich eine andre

1) Vgl. seine zahlreichen Bilder oder Blitz und Adler auf den Münzen seit dem ersten Seleukos, so des Antiochos Epiphanes, so des Sidetes 138—129 auch auf tyrischen Münzen bei P. Gardner, Cat. of Greek coins, Seleucid Kings, 1878, S. 40. S. 70. C. O. Müller, Antiquitates Antiochenae 1839, S. 62 ff.

mögliche, ob ich sie schon verwerfe. »Die nordöstliche grosse Säulenhalle haben erbaut die Gesandten der Königinn-Astarte und Diener derselben [d. i.] des Baʿlḥammôn, zu Ehren der Astarte in der Aschera des Sonnengottes« u. s. w. Entsprechend die von ʿAwâmîd: »Der Königinn-Astarte (verbunden mit) dem Gotte der Sonnenscheibe«. Baʿlḥammôn wäre Apposition nicht sowohl zum Suffix von עבדי (vgl. למלכי מלך אשמנעזר C. I. S. 3, 1), als zu Milkaʿaštart, sofern beide Gottespersonen zu einem Wesen verschmolzen wären. Wir hätten hier nur eine Umschreibung von (תנת פן בעל (חמן und die Gesandten wären wirklich karthagische *θεωροί*. Es ist nur vor Allem die Frage, ob חמן in בעל חמן jemals Sonne bedeutet hat und nicht vielmehr, wie ich annehme, Name eines uralten kanaanitischen Cultortes war. Wer kann das entscheiden?

III. Die Inschrift Ešmûnʿazar's. C. I. Sem. N. 3.

Uebersezung.

(1) Im Monat Bûl, im vierzehnten Jahre seiner Regierung, König Ešmûnaʿzar's des Königs der Sidonier (2) des Sohnes des Königs Tebnêt Königs der Sidonier, sprach König Ešmûnʿazar der König der Sidonier folgendermaassen: Ich bin dahin gerafft (3) vorzeitig, eine geringe Frist von Tagen alt. Nun ist mit diesen meine Hoheit zu Ende: ich liege todt in diesem Sarg und in diesem Grabe (4) an der Stelle wo ich gebaut habe! Ich beschwöre jede königliche Person und Jedermann: er öffne nicht dieses Ruhbett (5) oder suche in ihm Geldwerth, denn es liegt in ihm kein Geldwerth; und schaffe nicht meinen Sarkophag fort und verseze (6) mich in diesem Ruhbett (befindlichen) nicht in ein zweites Ruhbett. Auch wenn Leute dich bereden, hör nicht nach ihnen hin: denn jeder Königliche und (7) Jedermann, welcher den Deckel dieses Todtenbettes öffnet oder wer meinen Sarg fortschafft oder wer mich in diesem Todtenbette (befindlichen) versezt (8), dem möge kein Todtenbett bei den Abgeschiedenen zu Teil werden, sie sollen in keinem Grabe begraben werden; und es soll ihnen weder Sohn noch Nachkommen (9) an ihrer Stelle zu Teil werden. Es mögen sie ausliefern die heiligen

Götter an einen gewaltigen Herrscher, der über sie Obmacht hat (10), um sie zu vertilgen. Anlangend selbige königliche Person oder Mann, welcher den Deckel dieses Todtenbettes öffnet, oder welcher fortschafft (11) diesen Sarg; und anlangend die Nachkommen selbiger königlicher Person oder selbiger Leute: sie mögen weder Wurzel unten noch (12) Frucht oben haben, noch Gestalt im Leben unter der Sonne. Ja, ich erbarmungswürdiger bin vorzeitig dahingerafft, von beschränkter (13) Dauer der Tage: nun ist meine Hoheit mit diesen dahin: ich bin todt!

Nämlich: Ich Ešmûnʿazar, König der Sidonier, Sohn (14) Königs Tebnêt, Königs der Sidonier, Enkel Ešmûnʿazar's Königs der Sidonier, und meine Mutter Amaʿaštart (15), Priesterinn unserer Herrinn Astarte, die Königinn, Tochter des Königs Ešmûnʿazar, Königs der Sidonier (sind es), die wir gebaut haben die Tempel (16) der Götter: [den Tempel der Astar]te in Sidon dem Seelande, und Wohnung gegeben haben der Astarte in höchster Person; und wir [waren's], (17) die wir gebaut haben einen Tempel für Ešmûn [neben?] dem Ursprung? der Quelle von Idll im Gebirge, und ihm als höchster Person Wohnung gegeben haben; und wir (waren's), die wir [wieder] gebaut haben Tempel (18) für die Götter der Sidonier in Sidon der Seelandschaft: einen Tempel des Baʿlṣîdon und einen Tempel der Astarte des Namens des Baʿl.

Und ferner: Es gab uns der Herr der Könige (19) Dor und Joppe die herlichen Getreidelande, welche im Gefilde von Saron liegen, um eines grossen Tributes willen, den ich geleistet habe; und wir fügten sie (20) dem Gebiete des Landes hinzu, den Sidoniern ewig anzugehören.

Ich beschwöre jede königliche Person und Jedermann, weder meinen Deckel zu öffnen (21), noch meinen Deckel abzureissen, noch mich in in diesem Todtenbette (befindlichen) zu versezen, noch meinen Sarkophag fortzuschaffen, damit sie nicht ausliefern (22) jene heiligen Götter, sodass selbige königliche Person oder selbige Menschen und ihre Nachkommen auf ewig vertilgt werden.

Anmerkungen.

Zeile 2. **תבנת**. Dieser Name steht in Kefr Tibnith oder Tabnith

bei Nabatieh (Sidon)[1]) und lautet bei Diodor 16, 42 ff. für eine andre Person *Τέννης Τέννῃ Τέννην*, ist also wohl Tebnêt zu sprechen; das endende *t* fällt schon im Phön. leicht ab in der Aussprache. Es ist mir nicht unwahrscheinlich, dass er ein priesterliches Kunstprodukt ist, eine Abkürzung, zusammengesezt aus dem Endbuchstaben ת von עשתרת, und aus בן von בעלצדן, lezterer in die Mitte genommen, um anzudeuten, dass die שם בעל den Baʿl in sich trägt. Mit noch grösserer Zuversicht, für welche die Gründe anderswo, halte ich die תנת von Karthago für eine theologische Zusammensezung aus den Schlussbuchstaben von עשתרת und von בעלחמן. Mit תת umschliesst die פן בעל den Baʿl[2]). Wegen תבנת beachte, dass עבדתנת als Name eines Sidoniers bekannt ist[3]). Jenen mystischen Namen auszusprechen mochte eine Scheu walten, daher er mit *ἡ δαίμων τῆς Καρχηδόνος*[4]) umschrieben ist, sowie man später senex für Saturnus sagte. Dennoch hatte er eine conventionelle Aussprache[5]). In einer Kritzelei der Höhle am Leontes[5]) findet sich *Αφεθεννтυ* | *υιος Αφεσαφουν* | d. h. עבדתנת בן עבדצפן. Das *τ* in *Αφεθεννтυ* liegt etwas schräg, und sieht wie ein unvollständiges *α* der Inschrift aus, deren Rest[6]) ich nicht verstehe. Der lezte Vocal am Ende der Zeile kann denselben im Anfang der nächsten vorweg nehmen. Darnach klang תנת: *Thent.* Hierzu stimmt *Ταιντίδα* nach *Ἀρτέμιδα* oder *βασιλίδα*, *Τιτανίδα* graecisiert, welches als Unterschrift auf einer Basis[7]) in Karthago von Reinach und

1) Renan, Mission de Phénicie S. 522.

2) Wie der verborgene Name des Amun in der Isis as̆-ran, der vielnamigen: Brugsch, Aeg. Mythologie 646. 692, V. 49. 693, III, 8; Erman, Aegypten S. 360 f.

3) C. I. S. n. 116.

4) Polyb. 7, 9, 1.

5) C. I. S. S. 28. Es wäre gewiss wünschenswerth die Züge noch einmal an Ort und Stelle zu untersuchen.

6) | *NECEOΘ* | *AMAΘH...* | *ΔECAEI..* | *T(A?)APΔEMA* scheinen weitere Namen zu sein.

7) Weiter steht nichts darauf. Mein alter Freund Hartwig Derenbourg schreibt mir, sie befinde sich im Cabinet des médailles zu Paris. Reinach und Babelon hätten sie veröffentlicht im Bulletin du comité des travaux archéologiques, premier fascicule de 1886, das mir jezt nicht zugänglich ist.

Babelon entdeckt ist[1]); man ergänzt *ἀνέϑηκεν*. *αι* = *ε*, *Tent*, mit dem Vocal von אֵלֹת[2]). Bedenkt man שנת: שת u. dgl., so ist nicht mehr unwahrscheinlich, dass aus diesem תנת *Διδώ*, *Δειδώ* (später erst *Δειδων* neben *Διδω* auf Münzen) zu einem griechischen Hypokoristikon umgewandelt ist, zu der Timaeus[3]) die wegen des *Θει* bemerkenswerthe am Ende noch stärker vergriechte Variante *Θειοσσώ*[4]) giebt. Von der Verwandlung des ת in ד giebt es nur vereinzelte nicht eben sichere Spuren[5]): אש־דנת, Frau, (אשת תנת) C. I. S. n. 232 [בד]תנדצד »Bod-Tent-Sêd« n. 310, (es giebt sonst ברתנת und צדתנת, Gottheit). Vielleicht wechselte auch im libyschen Munde d mit t, wie vielfach im aegyptischen: Den Gott Dom *Δομ* דעם[6]) halte ich für den Aegypter TM von Heliupolis, in Namen sonst auch תאם C. I. S. n. 46 (*Θαμ-ὸς* *᾿Αβδουσίρου*) *Θουμ* bei Ptolemaeus für פתם *Πάτουμος* geschrieben. Hier ist allerdings das ע noch auf Rechnung des T-Klanges zu sezen, wie in פעם *Πυγμ-* = פמי auf den des פ[7]). — Zu תנת werden wir wohl rechnen dürfen, nicht nur Dido Pactumeiorum[8]), Did-osa[9]), sondern auch einen Mann Didda[10]) Dudda[11]), wo nicht Tutta und Tuta[12]).

---

1) C. I. S. S. 288.

2) Nach אֵל ê in יֵשׁוּעַ und יֵהוּא = יהוי (ass. Ja-u-a), um Jô, Jahve zu meiden.

3) Frg. 23, vgl. Movers, Phöniz. 2, 1, 363.

4) Thiyssaa? C. I. Lat. VIII, n. 19, wohl nur Zufall, wenn richtig gelesen.

5) Der Flussname *Δαμούρας*, Polyb. 5, 68 Dâmûr, *Ταμύρας* Strabo 16, 2 p. 756, *Δερκετώ* für *᾿Αταργάτις*, ferner *διτη* in *᾿Αφροδίτη* aus עשרתת* für עשתרת (Hommel), de Lagarde, Mittheilungen (I) 1884, S. 233.

6) C. I. S. S. 141, vgl. Rev. archéol. 3. sér. T. VII. 1886, Tyrusinschr. Z. 4 דע[מ]לך nach Clermont-Ganneau.

7) Vgl. ZDMG 32, 752, Mitte. Die Mythologie anderswo.

8) C. I. Lat. VIII, n. 8044.

9) n. 8997.

10) n. 811.

11) n. 5918.

12) a. a. O. Index. Auch an das häufige Tanno-nius, Tunninus u. s. w. kann man denken. In den Städten תעינת Thaena und Tunis *Τύνητος* ist der Name viel unwahrscheinlicher.

Bei Gelegenheit dieses griechischen Kosewortes sei gestattet, auf das einheimische für die Astarte zu kommen. Vorausgeschickt sei die Bemerkung, dass als Endung für solche Namenverkürzungen weitläufig nachweisbar sind[1]: י ai (ê) im Hebr. Phoen. Aram., und א ê Aram. u. sonst; ה Hebr., ô Hebr. Pun., auch vielleicht ו Hebr. — 1) עשתא[2]) Abkürzung eines Mannesnamens, etwa עשתרתיתן; vielleicht אשא punisch (wahrscheinlicher als אש) in עבדאש[3]), da אשתרת geschrieben wird namentlich dann, wenn noch ein ע vorhergeht[4]). Es ist nicht ganz ausgeschlossen, dass die Endung *ussa* gewisser afrikanischer Namen hierauf zurückgeht: Gulussa, *Γελόσσης* (Polyb.). Denn das ת sprachen sie als starken Zischlaut: הסקרתי = Mecrasi, *Μεχρασι* in Leptis magna[5]); und in Numidien kommt Musthumbal[6]) in punischer Umgebung vor, das man ebensowenig von dem häufigen Mutthumbal und Varianten, מתנבעל[7]), wie von Mastanabal des Sallust trennen mag, obgleich *mas* auch ein libysches Wort war. Wenn dennoch die Göttinn *Bairest*, welche der Stadt Pê Baires(t), Byblos in Aegypten, den Namen gegeben[8]), gleich בעל־עשת (Baʿl mit Astarte) ist, so gehört der Fall in's Phönizische. 2) ܥܬܝ bei Pseudomeliton, עתה Ate in Palmyra, auf einer Satrapenmünze עתו in עתרעתו[9]), vgl. *Αδα* Hera bei den Babyloniern nach Hesychius. 3) in Assyrien seit Asurbanipal nach Guyard[10]) *Išа* statt Ištar. In den phönizischen [aramäischen] Transcrip-

---

1) Ich habe eine Sammlung von Beispielen, noch ohne einen Aufsaz von Renan, Rev. des études juives 1886 oder 1887 zu kennen. Vgl. schon Ewald, Grm. § 275ª.

2) Auf der Schale von Praeneste, C. I. S. S. 215.

3) n. 329, vgl. 337, von עבדם zu trennen.

4) z. B. n. 264. 387. Es kann freilich auch für עבדאשמן abgekürzt sein.

5) C. I. Lat. VIII, n. 15. 16.

6) ebd. n. 4922, vgl. den Index.

7) *Μασαννασαν* zu Delos, acc. Bull. de Corr. Hellén. 1887, 11, S. 255 = מתנעש(ת)? Masinissa.

8) Vgl. ZDMG 31, 727. Nach E. Meyer unmöglich.

9) ZDMG 6, 473. 14, 652. Levy, Phön. Studien II, 38, vgl. ferner ZDMG 24, 92. 35, 740. Aber mit לעתרעזו, Personenname bei Levy hat עתו nichts zu thun; de Lagarde, Mittheilungen 1884, S. 77. Also ʿAtarʿatê = Astarte-Ast-chen.

10) Iourn. As. VII. sér. 1879, T. 13, S. 442.

tionen werde Ištar durch **אש**, **עש** und **ש** vertreten, z. B. in **סר אש** = **Sar**(rat) Istar[1]). Nach Ph. Berger[2]) hat nicht nur Rawlinson n. 14 **שר אש** = Sar-Istar, sondern Rawl. n. 4 **שרדרקל** = Istar-dur-kali, im Anfange also **שר**. Daselbst hat Berger einen Namen **עבדשתקוח**, der sich ebensogut **עבד־שת־קזח** lesen lässt: das wäre ʿAbd-ʿAšt und قُزَح von Edom (***Koζs***) und Muzdalifa[3]), vgl. das folgende. 4) Im Sabäischen hat M. A. Levy[4]) in **עתת** eine Abkürzung von **עתתר**, dem G o t t e erkannt.

Zeile 3. **נגזלת בל עתי בן מסך ימם אז רמי תם בן אל מת ושכב אנך**. In der Tebnêt-Inschrift entspricht Z. 5 שכב אנך (?) מְשַׁד בָּלְתִ s. u. [בן מסך ימם eine begränzte Frist von Tagen alt. Entweder, insofern E. unmündig zur Regierung gekommen, bezieht es sich auf Tod in der Jugend; oder ist eine allgemeine Klage über die Kürze menschlichen Lebens. Munk sezte **מסך ימם** gleich **מספר ימם**, mit Verweisung auf **סכך** »zählen« an einer Stelle des babyl. Talmud: Baba Bathra 166[b], vgl. Buxtorf, u. Levy's Nh. Wb. 3, 521. Es heisst z u s a m m e n -, zu E n d e zählen von **סך** Summe, B. Bathra 21[a], d. i. ܣܟܐ Ende, Gränze, ܣܟܝ beenden. Diesem steht שֻׂכּוֹ Klagel. 2, 6 »sein Zaun« am nächsten[5]). Bei dieser Bedeutung: »Zaun, Schranke« sezt, der aramäischen zugewandt, das Phön. ein: מוּסָך (עֵת) ein beschränkter Zeitraum. — Weiter rückwärts stammt jenes »Zaun« von Dornzaun: מְשֻׂכָּה von שִׂכִּים Dornen, Num. 33, 55, = ܣܟܝܐ (künstlichen Dornen) der Form nach; die Bedeutung von ܣܟܐ **סיכתא** wahrt שֻׂכּוֹת Ijob

1) Ich habe die Inschriften nicht vor mir.

2) Comptes rendus IV. sér., t. 14, 1886/7, S. 219 Note. Schon Longpérier verglich עתר, aber in einem andern Sinne.

3) *Ορоταλ* bei Her. III, 8 scheint der südarab. Gott עתתר = العَثّر* mit dem nordischen Artikel wie *'Αλ-ιλάτ*. Vgl. *Atarsamain* Bezold's Z. f. Assyriol. II, S. 48.

4) ZDMG 19, 180 N.

5) Schon im Hebr. geht die Wurzel von ע"ע in ע"ו über: שַׂכְתָּ Ijob 1, 10 מְסוּכָה Mi. 7, 4 [NB. ס] und מְשׂוּכָה für מְשֻׂכָה. Aus שׂ ist ס hervorgegangen in all den Fällen, wo die Bedeutung versperren = verzäunen steht: S c h ü t z e n kommt von zudecken, s. u. — סכסך a n s t a c h e l n zeigt den Wechsel früh. סכסך in der Mischna ist gleichsam s t i c h e l n, d. h. eine Sache nur in einzelnen P u n k t e n ihrer Oberfläche berühren, mit spitzen Gegenständen, oder von der Flamme: ansengen. Levy, Nh. Wb. 3, 523, vgl. 170.

40, 31, und hieran lehnt sich שַׂכִּין[1]). Aus dem Aram. entlehnt ist سَكّ سِكّة (auch Riegel) und Vieles von سَكّ. Echt arabisch entspricht شِكّة und شَكّ. Die Urbedeutung D o r n sondert sich im Arab. auf עיץ شَوْك, von dem ganz شاك kommt. Dagegen ist שׂוֹכָה, ܣܘܟܬܐ Zacken eine weit ältere Besonderung des Nordsem. Von dieser Wurzel ganz zu trennen sind 1. סַךְ zudecken, sodass ein Hohlraum bleibt, vgl. סֹךְ Löwenhöhle, סֻכָּה, zu welchem eher als zur folgenden Wurzel gehört سُكّ und سُكّ ein fast verdeckter Hohlraum einer Quelle, eines Vogelohres, sodass sie von aussen versteckt erscheinen, ein versteckter (Hohl)weg u. s. w. 2. שׂד, mit der Rödiger انسكّ تسكّك verglichen hat[2]).

אז רמי תם בן אל]. Möglich אֵיתָה רְמִי ? תַּם בֵּין אֵלֶּה, wo ist meine Hoheit? Dahin mit diesen (Tagen). Aber glatter: אָז רְמִי תַם בֵּין אֵלֶּה. Das אז folgernd, fast wie Jer. 22, 15. Ps. 40, 8; mehr *nun*, als *vûv*. — Zu בן אל vgl. Neh. 5, 18 בין עשרת ימם innerhalb (jeder) 10 Tage.

מת ושכב אנך]. Das passt besonders zu Z. 13. מת אנך. Ein Asyndeton muss man entweder Z. 11 vor אל יכן annehmen, oder vor אית ממלכת Z. 10.

חלת]. Dafür in der Tebnêtinschrift ארן. Das Wort hat man mit Unrecht zu خِلّة ܚܠܬܐ gestellt. Es ist ܚܠܬܐ Bar ʿAli 3922 Bar Hébréus, Oeuvres grammmaticales ed. Martin I, 213, 15. Buch des Paradieses in Payne-Smith Thes.: eine grosse i r d e n e Tonne zu Wasser, ܚܨܒܐ. Man seh die thönernen, röhrenförmigen Särge von Muqaijar bei Perrot-Chipiez. Hist. de l'art 1884, II, fig. 166. Dasselbe ist חלתא im babylonischen Talmud: Buxtorf 778 Levy, Neuhebr. Wb. II, S. 54 = Bienenkorb. Dieser war nicht immer ein Geflecht aus Palmfasern: דיקולי, sondern auch ein irdener راقود, nach Lane, Arab. dict. unter خَلِيّة (welches Wort mit חלתא nichts zu thun hat) und de Goeje's Beladsori S. 38.

---

1) Es ist nicht undenkbar, dass man für Steuerruder (nicht „Anker"): „Stecher" sagte. Dann hat aber das aus einem andern aram. Dialekt entlehnte سُكّان eine ältere Form bewahrt als ܣܘܟܐ. Oder aus Safel von כון?

2) Gegen die Verwirrung bei Fr. Delitzsch, Prolegomena eines neuen hebräisch-aramäischen Wörterbuchs 1886, S. 196.

Die Wurzel חול nach der walzenförmigen Rundung. Grade so ܟܘܪܐ (ZDMG 33, 534 f.) von כור; das persische كواره kommt vom arabischen, nicht umgekehrt, wie Fraenkel meinte[1]. حَالٌ »eingerollte Kleider« oder »Bündel« ist dasselbe wie كارة ܟܘܪܐ. Wie כור mit כרר zusammenhängt, ist durchsichtig. — Auch im Phön. muss חלת mehre Bedeutungen gehabt haben, denn ausser Z. 11, wo es durch ז »dieser« bestimmt ist, steht überall משכבי dabei, d. h. eine Tonne als Todtenbett.

Z. 4. קנמי, ebenso Z. 20. Bei Tebnêt nur מי, aus blosser Nachlässigkeit des Steinmetzen, vgl. daselbst letzte Zeile. Die Redensart קנמי את פלני אל ist eine elliptische, zu ergänzen etwa: ערבתי (שׂמתי) קנמי (נפשי) את (עם) פלני, vgl. Ijob 17, 3 und Jer. 30, 21: »Ich stehe dem N. N. mit meiner Person dafür ein, (dass ich es rächen werde,) wenn er diess und das thut«. Man darf nicht wohl annehmen, dass קנמי verkürzt aus חַי קנמי an die Stelle von השבעתי getreten sei, weil dann אית, nicht את erwartet werden müsste. Es kann nämlich die Sache, bei der geschworen wird, in die Stelle des Verbums der Beschwörung rücken, z. B. in عَمْرَكَ اللّٰهَ und قِعْدَكَ اللّٰهَ[2], d. h. »ich beschwöre dich bei dem Leben, bei der Dauer Gottes« = نَشَدْتُكَ عَمْرَ اللّٰهِ. Vermittels des Wunschaccusativs ist der Schwur لَعَمْرُ اللّٰهِ in die Construction von نَشَدْتُ gebracht. Der latente Begriff: »ich wünsche« macht die Nomina transitiv. So bekommt بُقْيَا Gnade! Pardon! aus seinem ursprünglichen Gebrauch als Bittruf den Sinn von Bleibenlassen[3]. — Eine andre, aber sachlich gekünstelte, Ergänzung wäre אם oder נדרתי קנמי נֶדֶר [קָרְבָּן] את פלני אל »Ich gelobe, dass ich selber dem N. N. lieber zum Opfer fallen will als«. Aus solcher elliptischen Formel hat sich der Sprachgebrauch der Mischna, welchen Munk[4] allzu unvermittelt hierher gezogen hat, erst entwickelt, und zwar aus קנמי אַל, weil קונם in der Mischna verwünscht bedeutet, קונמות »ver-

1) Aram. Fremdwörter 1886, S. 125.
2) Zamachschari's Mufaṣṣal S. 17, Faṣl 41.
3) Lane s. v.; Kitâb el-aġânî 21 ed. Brünnow 269, 23.
4) Iourn. As. 1856, avril-mai, S. 296.

wünschte Dinge«[1]). קונם שאני ישן Verwünscht, wenn ich schlafen sollte! Ganz ebenso verwendet die Mischna קָרְבָּן[2]): — קרבן שאני אוכל לך »Fern sei es, dass ich das Deinige esse«, d. i. ich will lieber zum Opfer fallen als essen. Auch hier ist die Negation, welche in ש steckt, aus einer verschollenen Syntaxis von קרבן vererbt[3]). In der Mischna ist der Gebrauch beider Ausdrücke ein Zeichen dafür, dass ein Gelübde bindend erklärt ist. קונם eher Puʿal als Subst.: qunnâm.

ܩܢܘܡܐ קנם, Form לבוש(?) scheint aus קנוב* entstanden, 1) entweder = Scheide, nämlich der Körper als Hülse der Seele nach Dan. 7, 15, Ijob 27, 8, vgl. עור בעד עור, kaum als Physiognomie, als persona, Maske. Auch ثياب = selbst, s. An-Naḥḥâs zu Imrulq. Mo. V. 18 ed. Frenkel S. 19; oder 2) passiv als das in dieser Scheide steckende verhüllte Ich, wie سَوادٌ schwarzes, dunkles, innerliches Ich: Person. Es ist nämlich ቀኖሞት፡ mit Var. bei Dillmann, lex. Aeth. S. 443: »Beutel, Tasche« eins mit قُنّابة, Aehrenscheide, مقْنَب Tasche, قناب قُنُوب Blüthenscheide[4]), قُنْب vagina veretri. Daher قَنَبَ, (in die Scheide) gehn, untergehn von der Sonne; مقْنَب Tasche, Hinterhalt = ܡܩܢܒܐ, vgl. قَنيب; مَقانب Wölfe aus dem Versteck; مِقْنَب, قناب, قُنْب einziehbare Löwenkralle; قناب und قَيْنَاب (vgl. قَيْدام) heisst der Renner, der sich durch Schnelligkeit den Blicken entzieht, der entschlüpft. קנב bei Levy, Nhb. Wb. 4, S. 333, vgl. 186, heisst, wie das wohl entlehnte قَنَبَ vitem putavit, überall: unbrauchbare Deckblätter, Fasern, Geiz, welche das Nuzbare verhüllen, entfernen. Durchweg in dieser Wurzel ist das Verhüllte wichtiger als die Hülse. Zum Lautwandel vgl. ܡܒܘܠܐ aus מבול مَدْمَك aus

---

1) Vgl. Levy, Nhb. Wb. 4, 267.

2) Ebd. S. 371.

3) Das neusyr.: kurbânuch äwin! „ich will dein Opfer sein", vgl. Alb. Socin, Die neuaram. Dialekte von Urmia 1882, S. 101, n. XV, ist nach dem Arab. انا فداك gebildet und hat grade den entgegengesezten Sinn der phön. und mischnaitischen Formel. Hier kommt es auf die Person an, für die man sich gern opfert.

4) קִנָּמוֹן die gerollte Zimmtrinde liegt nicht weit ab.

נדבך ZDMG 40, 733 تَهامى aus ተሃሚ: تهام Nâbiġa ed. Ahlw. n. 27, 21, Dillmann, Aeth. Grm. S. 47. ומצא ومصى aus ܘܡܨܐ[1]).

Ueber את und אית. Die Praep. und das Objectspraefix sind im Phoen. ursprünglich deutlich geschieden. Wer mit dem Verf. die Ansicht gründlich teilt, dass die Verwendung wortendender Vocale zu Casuszeichen eine Neubildung des Arabischen ist — wie man sich deren Verlauf denken könne, bleibe hier unerörtert — während sich die ältere, dieser Art Casus baare, Sprache durch vorgesezte Präpositionen half: der wird umsoweniger zweifeln, dass die Praepos. אֶת־ und אוֹת mit dem Accusativzeichen את אֶת־ und אוֹת einunddasselbe Wort ist. Von את ist vorab ኣንተ: eine Auflösung, wie חנך von חֵךְ, حنك جنب von גב, Aenderungen, welche auseinanderlaufenden Bedeutungen besondere Körper schufen, zumal in Declination und Conjugation. אוֹת und אית sind Plurale von אֵת. Zweierlei deutet darauf, dass diese Pluralform im Hebr. erst durch den Einfluss der Nachbardialekte, eher des Aram. als Phoen., verbreitet ist: die Seltenheit des Plur. fem. an Praepositionen (סביבות בינות), und das Fehlen des Bindevocals hinter אוֹת vor Suffixen. Das Letztere kommt zwar sonst vor, aber selten[2]). Dagegen zeigt das Phoen. eine Neigung dazu: עלת »auf«, פנת »vor«. In המת himmôt selbige, Adjectiv, ist הֵמָּה dem nominalen Plural ähnlich gemacht durch t, wie im Aram. הִמּוֹ zu הִמּוֹן durch n von în[3]). Um so weniger befremdet אֵית oder אית îjôt, welches die Praep. ît (vgl. *Εἰϑωβαλος*) mit Jod auflöst, wie pl. אֲחָיוֹת von אָחוֹת (vgl. אֲחָיִם Brüder, Inschrift von Maʿsûb) מניות Neh. 12, 47.

1) Wenn חילם חאלם 2. Sam. 10, 16. 17 حَلَب Aleppo ist, wie möglich, hat sich die letztere Form eher umgekehrt entwickelt. Vgl. Delitzsch, Wo lag das Paradies S. 275. — *nâbaru* oder *nâbartu* (von חבר!) „Käfig" soll als ܢܥܒܪܐ in's Syr. übergegangen sein; P. Haupt, Beitr. z. Assyr. I, 1888, S. 175. Schwerlich. Es ist Denom. von נָמֵר, Form ܢܡܪܬܐ, wovon arab. نَمِرة نامورة نامرة Falle für den Wolf (grosse Raubthiere) (Fraenkel, Aram. Fremdw. S. 119), aber nicht Alles fertig entlehnt, sondern entwickelt. Das assyr. *b* auch in amhar. *nabr*, tigriña *newry*, Panther.

2) Olshausen, Grm. S. 251.

3) אֵלִין dagegen trägt hinter אֵלֶּה das n von דֵּן wie אִלֵּךְ zu דֵּךְ A. T. אִנּוּן ist ursprünglich *inne*-hom, vgl. auch הִנֵּם.

13, 10 von מְנָת[1]) חֲנָיוֹת von חָנוּת* Jer. 37, 16 מַלְכְיוֹת Dan. 8, 22, denn bei der Teilung langer Vocale in zwei Sylben wählen die Dialekte unregelmässig ו oder י oder א zu Trennern. Im Syr. herrscht ו vor, z. B. in ܠܘܳܬ aus אֱלֵי*[2]). Schwer zu entscheiden aber ist, ob man ܝܳܬ יָת (so Dan. 3, 12 Michaelis und Baer) für Umlaut aus hebr. אוֹת oder für Verkürzung aus אית halten solle. Denn zwar im Aram. finde ich für diesen Umlaut kein **altes** Beispiel[3]), doch rückt das pun. יצלת = hebr. אצילות Gelenkstücke[4]) = ܨܝܠܬܐ die Möglichkeit näher. Auf der andern Seite findet sich die Aphaerese in נחנו (doch אֲנַחְנָה), in חד Ez. 33, 30 und Bibelaram., vielleicht in לֵית wenn aus אֱלֵי bei Daniel, in phön. בל, hebr. בּוּל aus יְבוּל, vgl. Ewald, Grm. § 77[b]. Das assyr. at-tu, selbst wenn es die Länge noch nicht hat, würde wegen manchen Zusammenhanges mit Aram., für ursprünglich אֵת in diesem sprechen[5]). — Auf die phön. Art der Auflösung der Praep. אות geht إيّا oder dialektisch هَيَّا أَيَّا[6]). Es sezt ein îjât voraus, welches, da es keinen denkbaren Singular îj- gab[7]), selber als Singular aufgefasst und als Substantiv »Selbst« in die Classe إيّاة* gestellt werden musste. Immerhin isoliert, verlor es sein *t*(*a*) vielleicht wegen seiner Aehnlichkeit in Laut und Nachdruck mit den Vocativinterjectionen أَيَّا, هَيَّا, welche dazu verleiten konnte, *ijâ* als Objects**anruf**

---

1) So vielleicht נְבָיוֹת aus نَبَات* (vgl. Nabatu Delitzsch, Paradies 238, n. 12); daraus *Ναβαταῖοι*, daraus نَبَط wie عَرَب?

2) ZDMG 32, 753 unwiderlegt.

3) ܗܘܠܐ = أَهَّل אהל; ܡܒܠܐ = אֲבַל (?), ܢܣܚܠܐ Fehlgeburt, aus אחטאא*? brauchen nicht sehr alt zu sein. Erst recht nicht ܡܚܡ ܡܠܟ. Etwas andres ist es, wenn יחד neben אחד hergeht, wie im Hebr.

4) So am wahrscheinlichsten; Opfertafel von Marseille, vgl. C. I. S. S. 230.

5) Vgl. Delitzsch, Proleg. e. hebr.-aram. Wb. 1886, S. 117 Note.

6) Vgl. Ewald, Hebr. Grm. § 105 f. Note. Baidâwi Sure 1, 4. Praetorius, ZDMG 27, 639 f. deutet ganz verschieden.

7) Im Irâb hätte es إيّاتك* geheissen, إنّكَ hat kaum eingewirkt, da die Stellung in der Syntaxe (Subject) verschieden ist. Steckt אֵת in تاللّه und لاتَ لَيْتَ (NB. mit Acc.)?

mit jenen in dieselbe Klasse zu ordnen. Wie ኪያ: zeigt, war diess ein verhältnissmässig alter Vorgang[1]). —

Z. 5. ואל יבקש בן מנם כ אי שֹׁם בן מנם]. Bei Tebnêt Z. 4 לן sic כאי אר כסף אי אר לן חרץ וכל מנם. Bei dieser Worttrennung entsprechen sich

1.	E	ו אל יבקש בן מנם
	T	ו אל תרגזן
2.	E	כ אי שֹׁם בן מנם
	T	כ אי אר לן .... מנם

Also dürfte בן binnê »in ihm«, לן linnê »ihm«, analog בנם binnâm Z. 9 sein. Man sagt zwar בני sein Sohn, aber die sparsamere Orthographie bei suffigiertem ן haben wir auch in תרגזן. Bei Tebnêt ist *linnî*, die erste Person, wegen תרגזן noch wahrscheinlicher, und בן könnte für *binnî* stehn: »dort an mir« sodass man שָׁם zu lesen hätte. Das wäre eine zwecklose Genauigkeit des Ausdrucks, und שָׁם nur denkbar als Pleonasmus: אישם wie y in »il n'y a pas dans lui«, vgl. አልቦ: አልቦቱ:[2]). Dagegen spricht aber, dass אין im Hebr. selbst dieses »da« schon einschliesst; auch wird שם dadurch dem אר bei Tebnêt nicht paralleler. Also שֹׁם. — Tebnêts Schreiber hat lebhaftern Styl: אל אל Z. 3, die Wiederholung Z. 4. Daher passt, wenn wir אר[3]) als Verstärkung von אי auffassen. Hier fällt uns Augustinus[4]) ein: Quod Punici dicunt *jar* [l. ïar], non lignum [יער], sed quando *dubitant*, hoc Graeci *ἆρα*, Latini possunt uel solent dicere ‚putas', cum ita loquuntur: ‚Putas, euasi hoc?' »Bin ich dem wohl entkommen? bestätigst du mir es?« Also ïar = »etwa nicht«? So in der Frage; in der Behauptung also: »nicht etwa,

1) Dillmann, Aeth. Grm. § 150 a: aus k (wie) + ïjâ, vgl. Nöldeke, ZDMG 40, 738. Von de Lagarde's, aus Mittheilungen 1884, S. 226 zu ersehender Betrachtung entfernt sich die obige in den meisten Punkten.

2) Dillmann, Grm. 320.

3) Ueber diese Lesung statt אר s. unten an seiner Stelle.

4) Zu Ps. 123 bei Bochart, Geogr. sacra Chanaan l. II. c. XVI in opp. Lugd. Bat. 1712, S. 769, Schröder, phön. Spr. S. 19. — Das *aru* „siehe", welches man bei Plautus, Pön. V, 1, 2 hat finden wollen, ist ganz unsicher. Ich verstehe den Vers nicht.

nicht, wie du meinen könntest, durchaus nicht« = אי אר. אר weist den Angeredeten auf den wirklichen Thatbestand hin, den er anders erwartet. Also = אֲרוּ oder אֲרֵי = הִנֵּה. Lezteres steht auch an zweiter Stelle, aber wegen הלא im entgegengesezten Sinne, in הֲלֹא הִנֵּה Hab. 2, 13 *οὐκ ἰδοὺ* Act. 2, 7 ܠܐ ܗܐ bei Gesen. thes. 387 Payne-Smith s. v., wie أَلَا تَرَى = »offenbar doch«. Die Negationen stehn gern am Anfang des Sazes, הנה und seine Schwestern in der Nähe seines Objects. Uns liegt näher, weil wir mit einem Imperativ »siehe« übersezen: כ אר אי לן.

Aram. אֲרֵי אֲלוּ אֲרוּ, samar. הלא הרי[1]) sind nicht umgelautet aus הנה, wenigstens gehen sie seit uralter Zeit neben diesem her. Denn das Aram. hat ܐܢ = הֵן[2]) Dan. 3, 12, sein אִנּוּן ܐܢܘܢ aus inn°hôn, und sein Nun epentheticum sezen das leztere voraus. Neben ܡܢ geht ܡܢܘ, neben ܠܡܢ ܠܡܢܘ; und für ܕܢܚ hat sogar das Hebr. זרח. In ܗܪܟܐ ܗܪܟ ܗܪ aus ܗܐ + ארו oder dgl., ist hinter r wohl noch ein Vocal abgefallen. Dagegen scheint ܐܝܟܐ »wo« wegen seines kurzen Vocals älteren Ursprungs, obwohl ܟܐ darin steckt. Diese Kürze erinnert daran, dass der postpositive aram. Artikel, aus ܗܐ, vgl. הָהֵן, identisch ist mit dem hebräischen vorgesezten: הָהֵן genau gleich הֲנֵה ܗܢܐ wie הַהוּא gleich ܗܘ u. s. w. Das Aramäerthum der Hebräer zeigt sich auch in אֲשֶׁר, dessen demonstrativer Zusaz *r* zu phön. אש, hinten dasselbe leistet, was *alla*[3]) vor זי in أَلَّذِى vorn[4]).

Statt ארלן, passt Halévy's Erklärung von ארלן *εἴδωλον* nicht, weil

1) ZDMG 22, 489 Note.

2) Ebd. 22, 486. هُنَا u. הֵנָּה hängen damit zusammen und stecken in ܠܗܢ, welches vorn und hinten nach ܠܗܟ gewandelt scheint. So hat auch هَلُمَّ הֲלֹם mit אֵלּוּ einen fernen Zusammenhang. Das m hinter هلا richtet sich nach ثَمَّ שָׁם.

3) Dieses *alla* ist der richtige Singular zum Plural אֵלֶּה أُولَاءِ እሉ፡ እለ፡ und Rel. እለ፡ mit andern Vocalen. Das h in הַלָּזוּ הַלָּזֶה הַלָּז wohl daher, dass das Hebräische seinen Artikel הַ־ darin zu fühlen wähnte. al + la (des Schwures, und Nachsazes,) לכן. Diess *la* = desswegen, daraus die Präpos. la, li wegen u.s.w. Vgl. die Bedeutungen von אות את aus mit.

4) Also verlasse ich Rückert's Erklärung mit Nöldeke, ZDMG 40, 738, Anm. 2. Vgl. de Lagarde, Armen. Stud. § 23, Mittheilungen 1884, S. 77. 225.

die den Todten beigelegten Idole in der Regel nicht aus Gold und Silber waren, die wirklichen Schmucksachen aber nicht *εἴδωλα* heissen konnten, und endlich die phön. Sprache für dergleichen kein Fremdwort nöthig hatte.

מנם]. Diese Wortform der Tebnêtinschrift schliesst allerdings bei Ešmûnʿazar einen Plural בנמנם (wie רורבין פִּיפִיּוֹת מֵימֵי, oder auf ônîm mit dissimiliertem Anfangsbuchstaben) nicht aus, zumal hinter כל bei T. der Singular natürlich ist. Dabei wäre שָׁם zu lesen. Allein es fehlte dann im verbietenden Saze die Ortsbezeichnung wenig natürlich; und auch der Parallelismus der älteren Tebnêtinschrift widerräth es.

Aber auch für מנם ist die Identität mit *μαμμωνᾶς*[1]), die Quatremère für בנמנם befürwortete, aufrecht zu erhalten. Das Bibel- und Mischnawort ist dem Phönikischen schon nach dem Wandel in ממון entlehnt, denn auch die Punier sagten so zu Augustinus' Zeit: ‚Nam *lucrum* Punice *mammon* dicitur'[2]) und ‚Quod Punici dicunt *mammon* Latine *lucrum* uocatur; quod Hebraei dicunt mammona Latine *divitiae* uocantur'. Für מנם passt zunächst der Begriff Werthsache: Werthmesser ist das Geld, also Geldwerth, wozu ממון des Talmud stimmt; darauf hinaus kommt der in Geld auszudrückende Geschäftsgewinn, lucrum. Die Form מֵנם oder Monnom macht mir noch immer Abhängigkeit von *νόμισμα* wahrscheinlich[4]), und die Sarginschriften schliessen den Sinn »geprägtes Geld« auf keine Weise aus.

---

1) Daraus im Mandäischen מינונא מאנונא: Nöldeke, Mand. Grm. 50.

2) De sermone domini in monte lib. II. Matth. 6, 24 bei Bochart, Geogr. sacr. Chanaan lib. II, c. XVI, opp. Lugd. Bat. 1712, S. 767.

3) De verbis domini serm. 35. Schlottmann, Die Inschr. Eschmunazars 1868, S. 100, führt diese Stellen mit Unrecht gegen Quatremère in's Feld.

4) Die Erklärung de Lagarde's in dessen Mittheilungen 1884, S. 229 passt auf das punische Mammon nicht. טמן scheint mir eher zu طَأْمَنَ اِطْمَأَنَّ zu gehören als zu ضِمْن. Diess scheint von ضِبْن Achselhöhle, Binnenseite, Schutz, vgl. ضِبْنة, zu kommen; S. Lane.

Z. 6. Die Stellen für עלת sind:

1. Oeffnung des Sargdeckels.

E 4.	אל יפתח אית משכב ז ואל יבקש
E 7.	אש יפתח עלת משכב ז
T 3. 4.	הארן ז אל אל תפתח עלתי ואל תרגזן
T 6. 7.	ואם פתח תפתח עלתי ורגז תרגזן
E 10.	אש יפתח עלת משכב ז
E 20. 21.	אל יפתח עלתי ואל יער עלתי

2. Versezung des Sarges und der Leiche.

E 5. 6.	ואל ישא אית חלת משכבי ואל יעמסן במשכב ז עלת משכב שני
E 7.	אם אש ישא אית חלת משכבי אם אש יעמסן במשכב ז
E. 10. 11.	אם אש ישא אית חלת ז
E 21.	ואל יעמסן במשכב ז ואל ישא אית חלת משכבי

עלת = *camera*, wie die Herausgeber des C. I. S. S. 15ff. wollen, ist gegen den Sprachgebrauch. Schon Schlottmann hat diess mit Recht vertreten: Eschm. S. 105. Denn noch im Arabischen bedeutet das aram. Lehnwort, grade wie غُرْفَة, ein im Oberstock hoch gelegenes Zimmer, wie עֲלִיָּה und ܥܠܝܬܐ [1]). Was sollte auch ein Verbot der Oeffnung eines Zimmers, das man erst lesen kann, wenn man im Zimmer ist? Bei Tebnêt heisst es: wer den ארן gefunden habe, solle עלתי nicht öffnen. — Die richtige Bedeutung Deckel stammt von Dietrich, die Schlottmann allzu zögernd empfahl. Der Zwang der Sache führte mich ohne Dietrich auf dieselbe Auskunft. Die Form wohl part. Qal von עלה »das draufsteigende«, wie vielleicht in عَلاة, und auch, mit Bezug auf den Mutterboden der Erde: ܥܠܡܐ.

Aus der kürzesten Zusammenfassung der Verbote in Z. 10 geht deren Zweiteiligkeit hervor: Oeffnen und Fortschaffen des Sarkophags, das erste wegen Leichenplünderung, das zweite um des Sarges willen. Lag doch Ešmûn'azar selber in dem Sarge eines alten Aegypters. Nur

1) Die Form scheint eine Nisba von der Praepos. u. Adv. על, sodass das aram. Doppel-*l* secundär ist. Vielleicht ärϑá aeg. bei Bondi, Hebr.-phön. Lehnwörter 1886, S. 37.

von dem ersten redet Tebnêt. Auf jenen Sinn deuten in der ersten Gruppe יפתח und יער von עָרָה Zeph. 2, 14 »abreissen, den Sarg vom Deckel bloss legen«, u. dgl.; in der zweiten ישא und יעמסן. Solche parallele, wenn auch nicht ganz tautologische Ausdrucksweise noch in Z. 3 בחלת ז ובקבר ז; Z. 8 אל יכן לם משכב את רפאם ואל יקבר בקבר.

Z. 5. 6. »und möge nicht den Sarg meiner Lagerstatt [= in welchem ich ruhe] fortschaffen und mich in dieser Lagerstatt ruhenden in eine zweite Lagerstatt versezen«. — **Z. 7.** »oder welcher den Sarkophag meiner Lagerstatt fortschafft oder welcher mich in dieser Lagerstatt ruhenden versezt (fortbringt)«.

Die Uebersezung »mich« in יעמסן wird nicht nur durch תרגזן bei Tebnêt empfohlen, sondern ist nothwendig, weil Z. 21 derselbe Saz in umgekehrter Reihenfolge vor dem mit חלת steht, also ן nicht auf lezteres bezogen werden kann. In Z. 21 kann es natürlich auch nicht auf עלתי gehn. — Das ב gehört zum Suffix: »während ich in diesem Ruhbett bin«. In ähnlicher Weise gehören durch ב angeknüpfte Ortsbestimmungen zum vorhergehenden Namen: מלכת במצרם C. I. S. n. 198, S. 301 Milko aus Aegypten *ἡ ἐν Αἰγύπτῳ*; בפלג לאדך, vgl. oben S. 23 N., u. a. — Der Begriff »hinweg« liegt bereits in עמס, deshalb ist darauf מן, welches wir missen, nicht erforderlich, vgl. hebr. שׁחה ב. Vgl. לם יעמס עם קרת חדשת S. 5 und יעמס פנת אלם Massil. Z. 13. C. I. S. S. 224; Carthag. n. 167, 8. — עמס = *superaedificare* der Herausgeber des C. I. S. ist unmöglich: dann müsste es mindestens עלת משכב ז »über« heissen. Woher ferner *aedificare* in Z. 21, wenn dort עלת משכב שני fehlt?

Es ist also hier ein und dieselbe Gelegenheit der Störung von zwei Seiten aus geschildert, welche durch אם אש unterschieden werden: wird der Sarg fortgeschafft, geschieht es, um anderswo einen Andern darin zu betten; bei diesem Anlass wird der ursprüngliche Leichnam (Mumie) aus diesem Ruhbett, dem Sarge, in ein zweites werthloseres versezt. שני (nicht אחר) geht auf die zweite Einsargung. Denn משכב ist Umschreibung von חלת oder ארן, insofern Jemand in diesem Sarge liegt, und zwar unmittelbar liegt. Es ist concretum wie im A.T.: »Ruhbett«, nicht der Raum, in welchem der Sarg steht. Dieser heisst קבר. Darum

ist überall עלת משכב gesagt statt עלת חלת משכב, um den Gleichklang zu meiden und der Mammon wird im משכב im Sarge, nicht ausserhalb, im Grabraum vorausgesezt nach Z. 4. — משכב את רפאם Z. 8 wie Ez. 32, 25. Von diesem Sprachgebrauch weicht auch nicht ab על משכב נחתי לעלם »bei dem Bette meiner ewigen Ruhe«[1]), sofern der Cippus über jenem errichtet wird, denn על drückt keine Berührung aus.

Z. 6. אל תשמע בדנם »höre nicht nach ihnen hin« = hebr. בְּדִים. Vgl. oben S. 5. שמע ב cum uoluptate audiuit Ps. 92, 12. 2. Sam. 19, 36.

Z. 9. מְמְלָךְ אדר Hophal oder Form von מַלְאָךְ oder מִשְׁקָ מִשְׁנָה, jedenfalls wegen allgemeinerer Bedeutung als מלך gewählt. אש משל בנם ist Epexegese von אדר »der mächtig genug ist, selbst über einen König von Sidon zu verfügen«. Doch könnte es für ימשל stehn, vgl. unten zu Z. 19.

Z. 9. 10. לקצתנם אית. Bei der Wahl, vor אית oder אל יכן לם ein Asyndeton anzunehmen, entscheide ich mich für ein solches vor אית, vor welchem ein Punkt zu machen ist; denn nur so wird Wiederholung und Verwirrung natürlichen Zusammenhanges vermieden. ואית — אית accus. absolutus, welcher durch לם aufgenommen wird. Aehnliches bei Ewald, Hebr. Grm. § 309ª und § 310ª.

Z. 12. kî in כאנך hier wie Z. 13 hat nur den Zweck, zu interpungieren und nimmt לאמר auf. ועד Z. 18 »und ferner« eine andre Interpunction. In C. I. S. n. 4 steht כ am Anfang der eigentlichen Mittheilung ohne Verbum an Stelle desselben. S. u.

Z. 15. אם Fehler für אש.

Z. 16. 17. Die Erzählung Ešmûnʿazar's von seinen und seiner Mutter, der Astartepriesterinn, Tempelbauten wird in zwei Abschnitten (Z. 15 und 17) vorgetragen. Zunächst geht eine einleitende Ueberschrift אית בת אלנם, »die Tempel der Götter« determ., auf beide Abschnitte, dann

---

1) C. I. S. n. 46: 1 אנך. עבדאסר. בן עבדססם. בן חר. מצבת 2 למבחיי. יטנאת. על משכב. נחתי. לעלם. ולא 3 שתי. לאמתעשתרת. בת. חאם בן עבדמלך Uebersetze: „Ich Abd ... habe den Cippus bei meinen Lebzeiten [nicht: mihimet uiuo] über meinem ewigen Ruhebett [vgl. בית עלם] und dem meiner Frau errichtet". לאשתי ist נחת אשתי, oder es wechselt die Construction.

werden als erster zwei bestimmte Tempel genannt. Der zweite redet von בתם לאלן צדנם »Tempeln für die sidonischen Götter« indeterminiert. Der Zusaz hebt, wie בעל צדן bestätigt, die eigentümlichen Schutzgötter des Staats, die ἀρχηγέται der Stadt hervor, während die vorher genannten Astarte und Ešmûn die Hausgötter der königlichen Familie gewesen zu sein scheinen. Der eigentliche Beweggrund dieser Doppelteilung wird am Schlusse der Erörterung noch deutlicher hervortreten. Von den Tempeln sind errichtet, drei in בצדן ארץ ים, einer in X, בהר. Wegen dieser Entgegensezung heisst das erste nicht »im Seestaat Sidon« (vgl. גבל ארץ Z. 20), sondern ארץ ים bedeutet die Seelandschaft des sidonischen Gebietes, in welcher die Stadt lag (vgl. ארץ in der I. von Maʿṣûb), während andre Teile Sidoniens gebirgig waren. Denn wenn es auch keine andern sidonischen Städte ausser Sidon gegeben haben sollte (Sarepta?), so würde doch der Verfasser sich allzu lotterig ausgedrückt haben, wenn er nur den Ešmûntempel genau, die übrigen oberflächlich bestimmt hätte. Der Gen. ארץ ים ist also wie der in Laodicea Phoeniciae zu verstehn.

Mit Rücksicht auf Z. 17 ist wahrscheinlich, dass auf die Erwähnung der Bauausführung des Tempels der Gottheit NN die des Einzugs derselben Gottheit folgte. Mithin wäre Z. 16 die Ergänzung בת עשתרת die richtige, und וישרן, wie der Stein entsprechend dem וישבנ(י) Z. 17 hat, am ehesten Schreibfehler für וישבן, wie Rödiger meinte, oder mindestens diesem synonym. Es ist aber mit ישרן nichts anzufangen, da es nicht gleich אשרן*, denom. von אֲשֵׁרָה, sein kann: s. u. — Die Bedeutung von ישב: was zum Schweifen geneigt ist, »sesshaft, wohnhaft machen, festlegen« ist bezeugt nicht nur durch Ez. 25, 4, sondern auch mittelbar durch die Mischna bei Levy, Neuhebr. Wb. 2, 270, Buxtorf 988; ישב את חלב = *sedauit*; ferner יתב Levy S. 276 und ܢܚܡܠܐ ܡܫܡܠܐ bei Payne-Smith 1643.

Die Worte שֵׁם מְאֹד רָם, ein Zusaz, einerseits zu עשתרת, andrerseits zu »i h n« in וישבני, d. h. zu Ešmûn[1]), hatte schon Ewald so gelesen, und

1) Das ש in אשמ[ן] erscheint auf der Heliotypie wie ﬞ/. Die Herausgeber

Kämpf (Die Grabschr. Ešm.'s 1874, S. 66) die ungewöhnliche[1]) Voranstellung von מאר durch מאר נעלה Ps. 47, 10, vgl. 92, 6 erläutert. Auch mir drang sich diese Lösung unabhängig auf, vgl. Ps. 97, 9.

Nun fragt sich, wie dieses Epitheton zu übersezen ist?

Ausgeschlossen ist: Z. 16 »ihr Name ist sehr hoch«; denn »sein Name ist sehr hoch« Z. 17 müsste שמי geschrieben sein[2]).

§ 1. Die Möglichkeit, die ich verwerfe, stelle ich voran: שם מאר רם »den Namen des Höchsten«, als ob ein Gegenstück zu שם בעל vorläge, und als ob der »Höchste«, wie nach ägyptischer Theologie, ein oberstes göttliches Princip wäre, das in allen einzelnen Götternamen Gestalt habe[3]), also auch in Ešmûn. Den Haupteinwand gegen diese Uebersezung behandelt der folgende §. Hier der andere, dass רם nicht als Eigenname eines Gottes, noch als Substantiv erwiesen gelten kann[4]); aber wenn auch, es käme hier auf die appellative Bedeutung des Superlativs an. Zwar der Sinn schiene durch עליון, welches im A.T. gradezu als Eigenname Jahwe's vorkommt (s. u.), bestätigt zu werden; jedoch bei עליון neben אביון, ראשון, אחרון, תיכון, חיצון, תחתון, עקלתון u. s. w. macht die Substantivierung weit geringere Schwierigkeit, als bei einem Compositum מאר רם. Endlich aber gebrauchten auch die Phöniker für den fraglichen Begriff: Ἐλιοῦν ὁ Ὕψιστος[5]). Dieser steht in der einen Schichte

---

erwähnen diesen Zusazstrich nicht im Texte, aber Schlottmann in ZDMG 25, 160, n. 16 klärt ihn als Riss auf.

1) Weil מאד im Hebr. sonst überall dem Adj. oder Verb. folgt, dürften die Ausnahmen dem Einfluss fremder Dialekte zuzuschreiben sein.

2) Vgl. den Mannesnamen סמהעלי im Sabäischen bei Fr. Praetorius, Neue Beiträge zur Erklärung der himjar. Inschr. Halle 1873. S. 2. C. I. S. IV, 1, S. 56 N.

3) Von den zahlreichen Beispielen hier nur: aus dem Edfutext: Ḥeḥ em ran-f en Sebek „der Ewige in seinem Namen des Sbk (Suchos)" in Taposiris parva westlich von Kanobos verehrt, nach Brugsch in Lepsius' Zeitschr. 1879, S. 18. N. Dass von jener aegyptischen pantheistischen Theologie die Phöniker, zumal die Karthager, allerdings beeinflusst sind, gedenke ich bei andrer Gelegenheit zu zeigen.

4) Wie ich früher selber annahm. Das Mythologische anderswo.

5) Philo Byblius bei Eus. pr. ev. I, 10, S. 36[a]. Sein Superlativbegriff nach *rîšôn*.

der Ueberlieferung als Vater des Uranos an der Spitze der eigentlichen Götter.

§ 2. Möglich ist: »und wir haben Wohnung geschafft der Astarte«, bezw. »ihm, dem Eschmun, als einem erhabensten Namen [und Numen]«.

שם, welches gewöhnlich einen Genetiv hinter sich fordert, wäre selbständig gebraucht wie Deut. 28, 58 לְיִרְאָה אֶת הַשֵּׁם הַנִּכְבָּד וְהַנּוֹרָא הַזֶּה אֵת יי אֱלֹהֶיךָ. Vgl. Lev. 24, 11. 16. Es läuft ziemlich auf eins hinaus, ob man שם מאד רם dabei als Adverbium oder als indeterminierte Apposition construiert denkt, mit oder ohne »als«. Es kommt nur darauf an, den Anlass dieses Zusazes zu verstehn. Er ist gedanklich und sachlich mit der Handlung ישבן verknüpft. Diess geht daraus hervor, dass er kurz vorher hinter עשתרת und לאשמן fehlt; so wie auch sonst nirgend hinter den Götternamen auftritt. Daher kann er weder eine beständige Ehrenbezeichnung wie تعالى, عزوجل, בריך שמה in den nabat. Inschriften, noch ein die Art der Gottheit besondernder Beiname sein, also auch nicht in der oben angedeuteten Weise im Gegensaz zu שם בעל Z. 18 stehn. Wenn ein Tempel zu Ehren eines Gottes gebaut wird, heisst es לאל פלוני; aber wenn man den Gott als directes Object אית behandeln, ihn auf jenen Raum beschränken und an sein *ἕδος* und Cultbild heften will, fällt der religiösen Scheu ein, dass die überallhin sich erstreckende Astarte oder Eschmun dazu zu gross ist. Nach dem Aussprechen dieser Eigennamen macht man den Fehler wieder gut und bringt einschränkend »den Namen« d. h. die sich örtlich in der Aschera äussernde Wunderkraft (numen)[1]), welche durch den Namen an den Ort gebunden wird, nach; zugleich aber, erfüllt davon, dass die ganze Gottheit dahinter wirkt, fügt man מאד רם hinzu, einen Superlativ: »der Astarte (Eschmun) im Superlativ ihrer (seiner) Wirkung«. Darum die indeterminierte Form, denn die determinierte würde sein entweder אית שם עשתרת (ה)מאד רם

1) Aehnlich sagt man: C. I. L. VIII, n. 9016 renouata *numina* deorum (Liberi et Liberae). Verg. Aen. II, 178 *numen* (= simulacrum) reducere. I, 446: Hic templum Iunoni ingens Sidonia Dido | condebat, donis opulentum et *numine* diuae, d. h. signo. Vgl. IV, 204.

oder **איתׄ עשתרת שם המאר רם**[1]), vgl. Z. 9 **האלנם הקדשם** u. Z. 22 **אלנם הקדשם** Z. 19 **אית דאר ויפי ארצת דגן האדרת**. Bei der Indetermination fehlt der Artikel Z. 9 **את ממלך אדר** »an einen mächtigen König«. In solchen Fällen wie **מצבת למבחיי** C. I. S. n. 46 »die Stele von bei meinen Lebzeiten« und **מצבת בחים** n. 58. 59 ersezt der Stat. cstr. vor Praep. den Artikel. Freilich ist die Sezung des Artikels bei logischer Determination nicht unerlässlich, vgl. **גו** Piraeusinschr. Z. 8 (**שם בעל, ארץ ים**). Wer in **שם מאר רם** den Artikel dennoch vermisst, kann einen Ersaz für ihn noch immer in der Formelhaftigkeit der Phrase oder in dem determinierenden Wink, den der Superlativ giebt, finden.

Dieselbe Veranlassung wie hier hat das A. T., von dem **שם יי** als Numen Jahwe's zu reden, sobald es sich um den Tempelbau oder die Einführung in die Gotteswohnung handelt. Der **שם** haftet an dem Idol oder seinem Stellvertreter, der Gotteslade[2]).

Man kann in dieser Beziehung auch vergleichen: **נצב מלך בעל אז רם** (Hadrumet 9) »diese erhabene Stele des König (sic!) Baʿl«, weil dessen erhabener Name daran und darin sizt und den Stein zum Schuzfetisch, zu einem *abaddir*, **אבאדר***, »Erhabnen Vater« macht.

Insbesondre vgl. mit **שם מאר רם** Ps. 7, 18 **אזמרה שם יי עליון**; 9, 3 **שמך עליון**; 92, 2 **לזמר לשמך עליון** (beim Lobpreisen). Es ist nach der ersten Stelle sicher **עליון** adjectivisch mit **שם** zu verbinden, wie Hitzig wollte. Denn das Gegenteil wäre sinnärmer; und es steht sonst **עליון** nur entweder als Attribut zu **אל** und **אלהים**, zusammen gleich Jahwe, oder statt dessen allein als Substantiv und Eigenname, sodass **יי עליון** zwei Eigennamen wären; ausserdem natürlich auch appellativ, wenn es zu **יי** Praedicat ist: Ps. 97, 19 כי אתה יי עליון על כל הארץ מְאֹד נַעֲלֵיתָ על כל אלהים. Es ist Comparativ oder Superlativ wie **מאר רם**[3]).

---

1) Nicht אית עשתרת אית שם מאר רם, vgl. Z. 19. Man wiederholte die Praepos. nur bei voranstehendem Titel.

2) Vgl. Lexx. 2. Sam. 6, 2 להעלות משם את ארון האלהים אשר נקרא שם שם יהוה צבאות ישב הכרבים עליו ist ganz in Ordnung (gegen Wellhausen) „die Gotteslade, über welcher der Name des Numen J. des Greifenbewohners genannt wird", d. h. die dem Numen Jahwe's eigen ist. מקום שם יי צבאות Is. 18, 7.

3) Man sagt sonst im Hebr. נִשְׂגָּב שְׁמוֹ Is. 12, 4 Ps. 148, 13, noch gewöhnlicher

Im Einklang mit der erörterten Veranlassung von שם מאד רם lässt sich nun auch der Name der Semiramis verstehn[1]). Nach Ktesias von Knidos[2]) nannten die Syrer die Taube Semiramis. So heisst sie als Wohnung der Astarte, die ihr entweder selbst den Namen gab: שמירם »Mein hohes Numen«, oder man sagte von ihr mit Beziehung auf Astarte: »Ihr hohes Numen«, denn שמי als phönikisches Wort[3]) kann »ihr Name» bedeuten: vgl. oben S. 24 oben. Ktesias hat also Recht damit, dass die Semiramis [als Göttinn, bei ihm menschliche Königinn] nach den Tauben hiess[4]). Seit Ktesias wird die Astarte mit dem Taubensymbol auf Semiramis gedeutet[5]), welche nach Lucian[6]) alle Syrer nach ihrem Tode als Göttinn verehrten. Ihre Bildsäulen, die Lucian (c. 39. 40) erwähnt,

---

שמ יי גדול, vgl. Ps. 96, 4. Im Hebr. geht רם mehr auf praktische Ueberlegenheit oder auf Ueberhebung, und wird selten von Jahwe gebraucht, Ps. 138, 6. 113, 4. אֲלִירָם 1. K. 4, 6 etc., vgl. das Verbum 2. Sam. 22, 47 etc., häufiger רומם preisen Ps. 34, 4 etc. Im Phön.: מלכרם רמבעל בעלרם, vgl. ܐܬܪܘܡܡ (darnach pers. ܡܬܪܘܡܡܢܘܬܐ); אִתְרָם סִין palmyr. Name, Vogüé, Inscr. Sém. I, n. 87 zweimal „Sîn hat sich erhoben".

1) Vgl. *Semiramis* in der Encyclopaedia Britannica.

2) Diod. H. Sic. II, 5: *Εὐθὺς οὖν αὐτὸ [τὸ βρέφος ὑπὸ τῶν περιστερῶν διατρεφόμενον] κομίσαντας εἰς τὴν ἔπαυλιν, δωρήσασθαι τῷ προεστῶτι τῶν βασιλικῶν κτηνῶν, ὄνομα Σίμμα· καὶ τοῦτον δὲ ἄτεκνον ὄντα, τὸ παιδίον τρέφειν ὡς θυγάτριον μετὰ πάσης ἐπιμελείας ὄνομα θέμενον Σεμίραμιν· ὅπερ ἐστὶ κατὰ τὴν τῶν Σύρων διάλεκτον παρωνομασμένον ἀπὸ τῶν περιστερῶν, ἃς ἀπ' ἐκείνων τῶν χρόνων οἱ κατὰ Συρίαν ἅπαντες διετέλεσαν ὡς θεὰς τιμῶντες.* II, 20: *Ἔνιοι δὲ μυθολογοῦντές φασιν αὐτὴν [τὴν Σεμίραμιν ἀποτεθνηκυῖαν] γενέσθαι περιστεράν, καὶ πολλῶν ὀρνέων εἰς τὴν οἰκίαν καταπετασθέντων μετ' ἐκείνων ἐκπετασθῆναι· διὸ καὶ τοὺς Ἀσσυρίους τὴν περιστερὰν τιμᾶν ὡς θεόν, ἀποθανατίζοντας τὴν Σεμίραμιν.* Vgl. Hesychius s. v.; Athenagoras leg. pro Christ. 30, hinter Iustinus' opp.

3) Ktesias und Herodot überlieferten das Wort aus aramäischem Munde. Denn phönikisch dürfte es schon damals rôm oder rûm gelautet haben: vgl *Ἄδαδος*: *Ἀδᾶδος* und *Σαμημροῦμος*. Vgl. S. 6.

4) Schröder p. 124. 132.

5) Lucian de Ass. d. 14. 33.

6) ibid. 39.

waren wohl auch durch die Taube kenntlich[1]); allerdings sagt er es nicht. Die menschliche Königinn, welche der Euhemerismus vielleicht schon im Orient aus der Göttinn gestaltet hatte, ist erst von den Griechen unter dem Namen Semiramis von der Astarte getrennt und auf besondre Weise dargestellt worden. —

Blicken wir noch einmal auf die anfangs hervorgehobene Teilung der Bauthätigkeit in zwei Aufzählungen, Z. 15. 17, zurück, so ergiebt sich nun, dass die erste von der Gründung zwei ganz neuer Wohnungen der Astarte und des Ešmûn an Orten, an welchen vorher solche nicht waren, handelt, daher mit ישבן auf die Festsiedelung ihrer Numina gewiesen wird. Zu diesem Bau war besondre Veranlassung, wenn die Astarte Schutzgöttinn der Dynastie war[2]), und wenn man von dem Namen des Grossvaters Ešmûnaʿzar wie des Enkels auf ein nahes Verhältniss des Gottes Ešmûn zu derselben Familie schliessen darf. In der andern Aufzählung, in welcher ישבן fehlt, bezieht sich בנן (vgl. Maʿṣûb) auf beliebig grosse Wiederherstellungsbauten[3]) oder Erweiterungen an Stellen, wo jene Numina bereits ansässig waren. Diess erwartet man grade von Tempeln der Stadtgottheiten. Bei dieser Auffassung macht die Indetermination בתם ל, בת ל keine Schwierigkeit. Die Determination את בת אלנם erklärt sich als Ueberschrift für das ganze Tempelbauthema gesagt للجنس; hiernach wird mit את fortgefahren, aber schon mit בת ל אשמן abgesprungen. Also ist dieser Wechsel der Construction kein Teiler beider Abschnitte.

Z. 17. לאשמ[ן שד] קדש ען ידלל »dem Ešmûn, dem heiligen Dämon der Quelle von Idll«. Unsicher sind zunächst nur die beiden lezten Buchstaben der Lücke. Der erste derselben hochliegend ש י ז ע [oder auch ל?]; der

---

1) Wenn das assyr. [su]-m-ma-ti „Taube“ irgend etwas mit dem Namen Semiramis zu thun hat, wie Paul Haupt meint, so könnte es die Taube eben als Namen und Numen der Göttinn bezeichnen: die an שֻׁם gehängte Femininendung deutete die übertragene Bedeutung an, vgl. auch צלמתא u. s. w. S. P. Haupt, Beiträge zur Assyriologie und vergl. semit. Sprachwissenschaft 1888, Heft I, S. 164 N.

2) Vgl. zur Tebnêtinschrift Z. 1 unten S. 57.

3) בן ל sagt auch die Inschrift von Maʿṣûb von einem Wiederherstellungsbau.

zweite, sagen die Herausgeber der Tafel, ר oder צ [oder ס?] wegen des nach rechts gewandten Schenkels. Statt ר ist vielleicht ד nicht ausgeschlossen, das vielleicht durch einen Riss, wie an dem ש in אשמ[ן] Z. 17, etwas verlängert erscheint. Wenigstens giebt die Ergänzung שֵׁד einen annehmbaren Sinn. In jeder Heilquelle wirkt von Natur ein solcher Daemon, wie der Engel im Teich Bethesda[1]): Jo. 5, 4. Aber nun wurde in demselben der grosse Gott Ešmûn erblickt, und diesem ein Tempel erbaut, etwa um die Heilanstalt zu vergrössern; fortan heisst der Daemon ein heiliger[2]). שֵׁדִים Deut. 32, 17, Ps. 106, 37 sind nicht böse Geister, sondern Naturgeister niedern Ranges, die in den Gözen anerkannt wurden, namentlich insoweit sie Propheten zu begeistern und Heilungen zu bewirken schienen. Für den Monotheisten verwandelte sich schon wegen dieser Verbindung der Begriff des שד leicht in einen bösen[3]). Der Einfluss der Mazdayaçnalehre befestigte den Begriff. Aber in der Richterzeit scheint das Wort auch dem Monotheisten als Bezeichnung Jahwe's unanstössig gewesen zu sein, wenn ich Gen. 49, 25 recht verstehe:

מֵאֵל אביך ויעזרך
וְאֵת שַׁדַּי ויברכך

1) Ueber Schlangendaemone in Heilquellen vgl. Mordtmann in ZDMG 38, 585. 589. Ebenda und de Vogüé, Inscr. Sém. I, n. 95 Praetorius, Beitr. zur Erkl. der himjar. Inschr. 3. Heft, 1874, die folgende Inschrift:

לגדא? [לדוא nicht] די עינא בריכתא עב[ד] באסמלוטן תרתן בולנא בר עזיזו בר
עזיזו בר שאילא די אשלמת על ידוהי

„Dem Glücksgenius dieser gesegneten Quelle hat [diesen Altar] gemacht mit zwei gemeiselten [Verzierungen?] Bôlnâ etc., den ich ihm überliefert habe". *Σμιλευταὶ* (*γλυφαί*), vgl. *σὺν πάσῃ γλυφῇ* Waddington n. 2413. C. I. Gr. n. 4558. Sing. אסמלוטתא*. Hängen סמל und *σμίλη* zusammen?

2) Der Personenname גרשד oder גרשד bei de Vogüé, Mél. 1868, S. 77, sêdu bei den Babyloniern bedeutet gute Geister, namentlich die Stierdämonen: Baudissin, Stud. z. sem. Religionsgesch. I, 133. Delitzsch, Wo lag das Paradies S. 153. 154.

3) Den ältesten Gebrauch dieser Art (nicht vor Cyrus) lese ich bei Ijôb 5, 22 בְּשׁוּט לוֹשֵׁן* [לָשׁוֹן statt] תֵּחָבֵא וְלֹא תִירָא מְשֵׁד [מִשֹּׁד statt] כִּי יָבוֹא „Schweift der Diabolos [= מְלוֹשֵׁן] umher, bleibst du verborgen; hast nichts zu fürchten, wenn der Dämon (der Krankheit, des Aussazes u. s. w.) kommt". Vgl. שוט und die satanische Verleumdung in C. 1. 2.

»Und gelenk wurden seiner Hände Arme durch Jakob's Stier[1]), durch den Namen des Hüters von Israel's Stein[2]), durch den Gott deines Vaters, der dir fürder helfe, mit Hilfe[3]) meines Dämons, der dich fürder segne« u. s. w. Es steht שד zu אל, und »mein« in שדי zu אביך in Parallele. Jakob redet in der ersten Person auch V. 1. 3. 6. 9. — Dieses »Mein Dämon«, als Ausspruch Jakob's — der Ton liegt auf mein — wurde schon von solchen theologischen Kunstpoeten wie dem Verfasser der Weissagung des Bileam Num. 24, 4 verselbständigt. Dort ist אל und שדי ähnlich auf die beiden Versglieder verteilt, und V. 16 giebt die Zusammenstellung: אל עליון שדי »Gott der Höchste ist mein Dämon«, jedoch von Israel aus gedacht, obgleich von Bileam gesprochen. Ebenso verselbständigt tritt שדי auf in den Eigennamen עַמִּישַׁדִּי שְׁדֵיאוּר (wie עַמִּיאֵל) und צוּרִישַׁדִּי überall als Stellvertreter des einzigen Gottes אל. Der Verfasser der Grundschrift, welcher Ex. 6, 2. 3 schrieb, hatte also Vorgänger, wenn er die in alten Liedern ursprünglich getrennten Bezeichnungen zusammensezte, und für den Gottesnamen der Patriarchen erklärte: Er dachte wohl: »Gott allein ist mein, Israels, Dämon, welcher mir dasjenige leistet, was euch Heiden eure Gözendämonen« שדים. Er fand natürlich V. 18 לישועתך קויתי יי nicht vor. Doch liegt in Gen. 49 keineswegs, dass der Name Jahwe damals nicht bekannt gewesen, vielmehr umschreibt das Lied den Eigennamen durch appellative Epitheta, um den (unheidnischen) Inhalt des Gottesbegriffs hervorzukehren, der aus dem zufälligen Eigennamen nicht zu ersehn war; denn Kunstpoesie ist auch dieses Lied. — Es bleibt schliesslich nach den Etymologien Is. 13, 6, Ioel 1, 15 (nachexilisch) zu erwägen, wie lange in שַׁדַּי, diesem rein lite-

---

1) אֲבִיר scheute die Ueberlieferung sich von Gott zu sprechen. Sein Cult in Bethel.

2) Bethel.

3) את שדי ist, selbst wenn die gegebene Deutung falsch wäre, durch denselben Parallelismus von אל und שדי in Num. 24, 4. 16 vor Correctur geschüzt. Man beachte, wie genau sich entsprechen מידי, מ in מִשָּׁם NB. (vor רֹעֶה*), מ vor אל, und אֵת, alle = mit Hilfe. Ich sehe da keine Schwierigkeiten.

rarischen Produkt, die alte Etymologie bemerkbar blieb und wann die Aussprache geändert wurde[1]).

---

1) Schon Nöldeke hat ZDMG 40, 736 Êl šēdī lesen wollen und auch mir ist diese Deutung lange geläufig gewesen. — Uebrigens ist der Zusammenhang von שֵׁד mit سَيِّد keineswegs wahrscheinlich, obwohl über die veränderte Nominalform wie מֵת: مَيِّت hinweg zu kommen wäre. Zwar nennt man einen Dämon wohl Herrn, aber wie kommt Herr dazu, für Dämon, mit Ausschluss von Gott höherer Ordnung zu stehn? Im Altarab. bedeutet سيّد einen *princeps inter pares suae gentis*: man lese über die Stellung der mekkanischen Saijid's: Ibn Hišâm ed. Wüstenfeld 185, 5 unten. Zuweilen hatte eine gens zwei Saijid's: 291, 3. 292 unt. 293, 6. 295 besonders unten. 301, 4. 303 Mitte. 309, 14. 441, 11. Sprenger, Leben Muh.'s 2, 159. — Saijid unter den Ziegen heisst der Ziegenbock, unter den Schafen der Widder (s. Gauharî und Lane), unter den wilden Eselinnen der Wildesel. سيّد ist nicht Gegensaz zu عَبْد, nicht Besizer einer Sache (בעל), wie مَلِك, sondern durchaus Geheimerath des Stammes, Rathsherr, Herr als Titel. Es gehört ehestens zu סוד ساوَدَة, ܣܘܕܐ, heimliche Zwiesprach haben, z. B. die Lippen der Kamele mit dem allzukurzen Gras, bei dem sie sich intim aufhalten (s. Lane). سيّد ähnlich wie أمير قَيْل נשיא נגיד u. s. w. فَعيل = مُفاعِل. Mit dem Rath, der im Geheimen, Dunklen gepflogen wird, verbindet sich leicht أَسْوَد. Zu diesem gehört سَوادٌ Person, d. h. das dunkle Innerliche des Menschen, vgl. ضمير und أَسْوَدُ القَلْب. Davon die neue Wurzel ساد. Wenn dieser Zusammenhang nicht deutlich wäre, könnte שֵׁד von أَسْوَد (wie جِنّ von גן, der verdeckte, verborgene Geist), vgl. سَواد Person, kommen. Die Form von שֵׁד wie von איש אל جِنّ u. s. w. aus der Biliteralzeit. Dieselbe Etymologie von سيّد hatte, wie ich nachträglich sehe, Nöldeke: ZDMG 42, 481 N. 1. Er wird aber schwankend, da das Sabäische den Zusammenhang von שֵׁד mit سيّد zu unterstützen scheine. Keineswegs. Im Sab. bedeutet vielleicht: 1) מְשׁוֹד, sing. u. pl., als Titel neben מלך von M'în und neben den אקול und קסר eines Stammes, wohl Amtsbezeichnungen, soviel wie مُساوِد, consul, von סוד. Musauwad nach Tarafa Mu. 82 darf man nicht sprechen, weil die arab. Dichter öfter nur aus Reimnoth wirklich gebräuchliche Nomina, wie hier سيّد, participialisieren; 2) משוד als Teil eines בית oder als selbständiges Gebäude: Lokal für den geheimen Rath (Kronrath), neben מדקנת Lokal für die Gemeindeältesten (Gerichtsaal). ZDMG 39, 227. 3) שׂוודת, pl., wie

Z. 17. Besser indess als die vorige Lesung erschiene לאשמן צד רש עץ ידלל, d. h. ܕܡ ܢܫܒ ܚܡ, wenn לצד keinen Platz hat. Die Heliotypie zeigt keineswegs an Stelle des erwünschten ד ein sicheres ק. Aber das Alles mögen die Pariser vor dem Stein prüfen! راس العين ist bekannt, vgl. *Caput* [*fluvii*] *Amsagae sacrum*: C. I. Lat. VIII, n. 5884 in Numidien.

Z. 18. שֵׁם בעל. Während Astarte im andern Tempel und Ešmûn vorher mit dem allgemeinsten Charakter höchster Numina bezeichnet, als שם מאד רם Wohnsiz und Dienst fanden, hat Astarte hier an dem Namen des Baʿl Ṣîdôn Anteil, nämlich an seiner Würde als ἀρχηγέτης, sodass der Tempelritus sie als dessen Throngenossinn als בעלת צדן* feierte. Schwerlich ist desshalb die Phrase aus אשר נקרא שם בעל עליה verkürzt.

ועד statt ועוד דבר לאמר »und ferner«: vgl. zu Z. 12, S. 46.

Z. 19. למדת עצמת אש פעלת »um einer grossen Abgabe willen, die ich zu leisten hatte (und leistete)«. Vgl. Neh. 5, 4 לְמִדַּת הַמֶּלֶךְ. — אש פעלת liegt im Futur. und enthält die Bedingung. Joppe-Dor wurde zu Lehn verpachtet. Vielleicht muss man aus Z. 9 אש משל בנם und dieser Stelle auf eine ähnliche Syntax wie die Arabische schliessen, in welcher kein Relativsaz im Conjunctiv stehn darf. Schwerlich: »weil ich eine grosse Abgabe geleistet hatte«.

Z. 22. אל »diese« nämlich Z. 16ff. ויקצן Passiv.

מדינה, etwa Verwaltungsgebiet eines Kronraths, denn es steht Hal. 49, 7 parallel ארץ und עברת (allgemein: Gebiet), s. Mordtmann und Müller, Sab. Denkmäler 1883, S. 49; und überhaupt: Praetorius, Literaturblatt f. oriental. Philol. I, 30. 163. D. H. Müller, ZDMG 37, 356. Glaser, Mittheilungen über ... sab. Inschr. 1886, S. 85, vgl. 84. 79. D. H. Müller, Wiener Z. f. d. Kunde des Morgenl. I, 104. Glaser, Südarab. Streitfragen 1887, S. 26 f. Derenbourg, C. I. Sem. IV, 1, S. 69. Die Wiedergabe des sab. Zeichens mit שׂ ist conventionell (Sîn heisst: sprich Schîn wie Samech). Dass diess Zeichen im Sab. immer einem nordsem. Schin entspreche, ist nicht wahrscheinlich, geschweige dass sab. שׂ als besondrer Urlaut erwiesen wäre: gegen D. H. Müller, Verh. des VII. Oriental.-Congresses, Sem. Sect., S. 229 ff.

IV. **Die Inschrift Tebnêt's.** E. Renan und Ph. Berger, Rev. archéol. 3. sér. T. X. Juill.-Déc. 1887. S. 2.

1 אנך תבנת כהן עשתרת מלך צדנם בן 2 אשמנעזר כהן עשתרת מלך צדנם
שכב בארן 3 ז מי את כל אדם אש תפק אית הארן ז אל אל ת־ 4 פתח עלתי
ואל תרגזן כ אי אר לן כסף אי אר לן 5 חרץ וכל מנם משד בלת אנך שכב בארן
ז אל אל תפת־ 6 ח עלתי ואל תרגזן כ תעבת עשתרת הדבר הא ואם פת־ 7 ח
תפתח עלתי ורגז תרגזן אל י[כ]ן ל[ך] זרע בחים תחת שמ־ 8 ש ומשכב את רפאם

Uebersezung.

1 Ich Tebnêt, Priester der Astarte, König der Sidonier, Sohn 2 Ešmûnʿazar's, Priesters der Astarte, Königs der Sidonier, liege in diesem 3 Sarge. Ich beschwöre Jedermann, der du diesen Sarg findest, nicht nicht öffne 4 seinen Deckel und störe mich [ihn?] nicht; denn nicht etwa habe ich [hat er] Silber, nicht etwa habe ich [hat er] 5 Gold und irgend welches Geld. Vernichtet zur Unzeit (?) liege ich in diesem Sarge. Nicht, nicht öffne seinen Deckel und störe mich [ihn] nicht, denn ein Greuel für Astarte ist solche Sache. Wenn du aber dennoch seinen 7 Deckel öffnest und mich dennoch störst, werde dir nicht zu Teil Nachkommenschaft im Leben unter der Sonne, noch ein Ruhebett bei den Abgeschiedenen.

Anmerkungen.

1. Der Titel כהן עשתרת steht ausserdem Z. 2, sowie כהנת ע״ Ešmûnʿaz. 15 vor dem Königstitel. Die Dynastie Ešmûnʿazar's I. und Tebnêt's war wohl aus einer Familie der Astartepriester hervorgegangen. Ešmûnʿazar II. nennt sich nur noch König. Bei Tebnêt kommt allein Astarte vor, bei Ešmûnʿazar dieselbe mehrmals, neben ihr Ešmûn, und gesondert die Staatsgötter בעל צדן und שם בעל.

2. ארן Todtenkiste Gen. 50, 26, ursprünglich von Holz. Denom. von אֹרֶן? Das arab. Lehnwort اران hat die Nominalform von اتاء und Schwestern angenommen: de Lagarde, Symmicta I, 59, 16. Mittheilungen I, 225.

3. מי Schreibfehler. S. oben S. 37. תפק nicht »découvriras«, sondern »trouveras«, offendes, von ungefähr, zu פּוּקָה, הֵפִיק »bekommen«,

eher Hiphil als Qal. Die Wurzel פוק bezeichnet 1) Unterbrechung durch ein Hinderniss im regelmässigen Gang פָּק. Hierzu فُوَّق verticaler Zwischenraum, »über«; nebst Ableitungen. Taumelnde pflegen ein Bein überhoch zu heben. 2) Bruch, Kerbe im Pfeil فُوق. 3) فُوق das Klaffen des Mundes; Unterbrechung der willkürlichen Mundbewegung a) ܐܬܦܗܩ gähnen 2. K. 1, 35 zu ܦܘܗܩܐ. Darnach wollte Sergios von Rêš'ainâ diese Bedeutung durch die Orthographie unterscheiden als: ܐܬܦܗܩ ܡܦܗܩܢܐ; so lies für ܐܬܦܗܩ BA 7323 Z. 25. b) schluchzen, d.h. bei klaffendem Munde den Atem einziehn: ܐܬܦܗܩ von ܦܗܩܬܐ BA 2059. = فَاقَ. 4) Zeitliche Unterbrechungen der Krankheit أَفَاقَ; des Melkens, Trinkens u. a. m.

Z. 4. אי אר לן. Das ר statt ד der Herausgeber empfiehlt besonders auch die gedrängtere Schrift in diesem Teile der Zeile. Ueber den Sinn s. S. 41.

לן = mir; uns: J. Derenbourg, Comptes rendus, Ac. d. Insc. XV, 1888, S. 341. תרגזן »störe mich« besser, da nach dem Oeffnen des Deckels der Leichnam hervortritt, und weil es schliesslich auf den Menschen ankommt.

Z. 5. מנם S. 41. 43. — משד בלת beginnt mit neuem Satz die kurze קינה. Man traut dem Schreiber nicht recht und auch der syntaktische Zusammenhang scheint zu empfehlen מְשַׁד בְּל [עִ]תִּי אנך »Vorzeitig vernichtet (getödtet?) liege ich«. Vgl. Ešmûn'azar Z. 7. ין ל ist geschrieben für יכן לך, wie vorher מי für קנמי Z. 4.

V. Sidonische Inschrift. C. I. S. n. 4.

1 בירח מפ[ע] בשת מ[לכ]־ 2 י מלך בדעשתרת מלך 3 צדנם כ בן בדעשתרת
4 מלך צדנם אית שרן אר[י] 5 [ז] ל[א]לי לעשתרת

Abgesehn von ארי ist das Vorstehende die Lesung der Herausgeber, auch mir die wahrscheinlichste.

Uebersezung.

Im Monat M. im Jahre der Regierung des Königs Bôd'aštart, Königs der Sidonier: Nämlich: Es hat gebaut Bôd'aštart, der König der Sidonier, dieses Stallgebäude* zu Ehren seiner Gottheit, der Astarte.

Z. 3. Ueber כ, welches anderswo דבר לאמר vertritt und hier die Mitteilung einleitet s. zu Ešmûn. 12. 13, S. 46. Stade's Z. A. T. 9, 156.

Z. 4. שרן ארי. Nach der Heliotypie kann der Haken, welcher auf ע deutete, auch ein Teil des Jod sein. Es wäre ארי = ܐܪܝܐ, der Sing. des im A. T. allein vorkommenden Plural אֻרָוֹת und אֻרְיֹת, wie אבום auch collectiv gebraucht: der Tempelstall. Zwar schreibt die Inschrift Ešmûnʿazar's פְּרִי nur פר, aber die Möglichkeit der andern Schreibung legt גדא = גדי in der marseiller Opfertafel nahe.

Den Eigennamen יְשֻׁרוּן darf man nicht appellativ deuten, da man seine Bedeutung nicht kennt. — Zunächst liegt, jenes שרן als Plural zu fassen wie אלנם, קמשנים von קמוש, נצנים, ܟܒ̈ܫܢܐ von ܟܒܫܐ, vgl. S. 15 N.; aber noch wahrscheinlicher ist ein Singular šûrôn, welcher der Form בִּנְיָן folgt, vgl. אַרְמוֹן, מִסְדְּרוֹן Ri. 3, 23. ܛܽܘܪܳܢܳܐ woraus טנרא, طِرّان pl. zu طِرّ sab. טרם[1]) und צר. Dann wäre es dasselbe wie אֻשַּׁרְנָא, der Mauercomplex eines Gebäudes Ezra 5, 3. 9, vgl. 4, 12. 13. Dieses Wort ist zunächst massoretische Wandlung aus ušrânâ. Dann ist die Versezung wie in ܐܽܘܪܺܫܠܶܡ für ܐܘܪܫܠܡ*, ܦܘܪܥܬܢܐ aus parʿutnâ פַּרְעֹשׁ, ܠܩܘܒܠ לְקֳבֵל ܠܩܘܕܡ, statt zunächst lqudm lqubl, für gewöhnlich zu erwartendes *laqbhôl**: Vorbild der alte Gegensaz von נהורא und ܢܘܗܪܐ, תרנגולא ܬܪܢܓܘܠܬܐ, ܩܘܡܨ zu ܩܡܨܐ. Umgekehrt rührt das *u* von ܕܘܪܡܣܩܘܣ von demjenigen her, welches sich vor *m* aus *a* gebildet hatte: דורמסקית u. s. w. Levy, Neuhebr. Wb. I, 426. — Das Vorschlagsaleph tritt nicht nur leicht vor r, wie neusyr. aklâ Fuss aus ארגלא*, und vor ש ס ע, wie hebr. אסנת אצעדה אצבע »aus *Ns-nt* der Nëit gehörig«[2]); phön. אסכן: סכן, ארשף: רשף, sondern auch vor den Sibilanten *f* wie in אַפִּרְיוֹן *φορεῖον* und ܐܦ̈ܐ = פנים aus *afnê*.

1) D. H. Müller, Monatsber. d. berlin. Akad. 1886, 2, 850.

2) Nach G. Steindorff, Zeitschr. f. aeg. Spr. 1889 in „Der Name Joseph's Saphenat Paʿneach".

DIE SPRACHE

DES

PAPYRUS WESTCAR.

EINE VORARBEIT

ZUR

GRAMMATIK DER ÄLTEREN AEGYPTISCHEN SPRACHE

VON

ADOLF ERMAN.

VORGELEGT IN DER SITZUNG DER KÖNIGLICHEN GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN AM 5. JANUAR 1889.

1889.

Druck von August Pries in Leipzig.

Vorrede.

Dass von der grossen Anzahl von Texten, die uns die Aegypter hinterlassen haben, verhältnissmässig wenige geeignet sind, eine Grundlage für die grammatische Forschung abzugeben, wird heut wohl von allen Seiten zugegeben; zeigen doch weitaus die meisten derselben die grösste sprachliche Verwilderung, die einen, weil sie bis zur Sinnlosigkeit entstellte Abkömmlinge alter Schriften sind, die andern, weil sie in später Zeit in einer längst erstorbenen Sprache abgefasst sind. Gutes Material besassen wir bisher nur für die Sprache der 19. und 20. Dynastie (etwa 1300—1100 v. Chr.), das Neuaegyptische; in ihr liegen ausser Briefen, Akten usw. auch einige Volksmärchen vor und besonders auf Grund dieser letzteren konnte ich seiner Zeit versuchen, die Grammatik dieser Periode zu entwerfen. Desto schlimmer sah es für die gesammte ältere Sprache aus; was an Sprachdenkmälern aus diesem Zeitraum von gewiss zwei Jahrtausenden vorhanden war, war zwar an Quantität beträchtlich, hatte aber an Qualität wenig zu besagen.

Die ältesten Texte, die wir kennen, die „Pyramidentexte“, bleiben uns, wie das ja bei ihrem magischen Inhalt und ihrer eigenthümlichen Orthographie natürlich ist, fast durchweg unverständlich; auf eine Zeile, die wir verstehen, kommen gewiss drei, bei denen dies nicht der Fall ist[1]). Das

---

1) Ich brauche wohl nicht darauf hinzuweisen, dass ich mit „Verstehen“ hier nicht ein divinatorisches Erfassen des allgemeinen Sinnes meine. Maspero hat auf letzterem

„Totenbuch", dessen Bestandtheile zum Theil auch sehr alt sind, würde an und für sich dem Verständniss wohl weniger Schwierigkeiten bereiten, leider liegt es uns aber nur in einer Überlieferung vor, deren unerhörte Verderbtheit keine philologische Kritik zu heilen im Stande ist[1]).

Aus dem alten Reiche (Dyn. 4. 5. 6., cca. 2800—2500 v. Chr.) liegen uns ja zahlreiche Inschriften vor, aber mit verschwindenden Ausnahmen enthalten dieselben nur leere Listen der Titel der Verstorbenen, kommen also für sprachliche Untersuchungen kaum in Betracht. Unter den nicht minder häufigen Inschriften des mittleren Reichs (Dyn. 11. 12. 13, cca 2200—1900 v. Chr.) sind ja nicht wenige, die auch anderes als Titel, Namen und religiöse Formeln enthalten, aber leider sind sie dann zumeist poetisch[2]) und damit für unsere Zwecke kaum zu benutzen. Denn diese Poesie des mittleren Reiches, zu der auch die umfangreichen Handschriften der Berliner Sammlung (Geschichte des Sinuhe, Geschichte des „Bauern") gehören, leidet an einem Schwulst und an einer Künstelei, die ihr Verständniss auf das äusserste erschwert[3]). Und selbst die wirklich verständlichen Stellen dieser poetischen Texte sind für die Grammatik nur mit Vorsicht zu benutzen, denn die Sprache, in der diese Litteratur abgefasst ist, ist ohne Zweifel schon eine gelehrte, künstliche Schriftsprache von alterthümlichem Character[4]).

Wege unleugbar Bedeutendes für die Pyramidentexte geleistet und sich ein Verdienst erworben, das ich durch die obige Bemerkung nicht schmälern will.

1) Gerade die Naville'sche Ausgabe des Totenbuches hat diesen Zustand des Textes klar erkennen lassen; man versuche nur einmal, aus seinem Apparat ein Kapitel so herzustellen, wie man es in jedem andern Zweige der Philologie fordert, d. h. so, dass jedes Wort seine richtige Gestalt erhält.

2) Die Menge der poetischen Texte ist weit grösser, als man gewöhnlich denkt. Wir haben uns aber an ihre hochtrabende Sprache und an ihre in parallele Glieder zerhackten Sätze so gewöhnt, dass sie uns nicht mehr auffallen und dass uns schlichte Prosatexte wie der d'Orbiney oder der Westcar fast abnorm erscheinen.

3) Vgl. über diese Litteratur meine Bemerkungen: Aegypten und aegyptisches Leben S. 497. — Dass die Geschichten der Berliner Papyrus zum Theil durch prosaische erzählende Stellen unterbrochen werden, weiss ich wohl.

4) Man vergleiche nur einmal z. B. die Erzählung des Sinuhe mit der doch bedeutend älteren Inschrift des *Ḥnw* (vulgo Hanu) von Ḥammamât und ähnlichen Texten.

Auch die didaktischen Schriften dieser klassischen Zeit der aegyptischen Litteratur (die des Pap. Prisse, die Unterweisung des Königs Amenemḥeʿt usw.) schliessen sich in jeder Hinsicht den eigentlichen Gedichten an.

Dagegen liegt eine prosaische Schriftsprache in zwei wissenschaftlichen Compendien dieser Zeit[1]) vor, in dem grossen medicinischen Sammelwerk, dem Papyrus Ebers, und in dem von Eisenlohr herausgegebenen Londoner Rechenbuch. Beide Bücher sind in der That auch für die Grammatik von Wichtigkeit, allerdings, wie es in der Sache liegt, nur von beschränkter, da in Recepten, Diagnosen und Rechenexempeln ja nicht viel von den Erscheinungen der Sprache sichtbar werden kann.

Neben den hier aufgeführten älteren Texten, die, wie man sieht, für die grammatischen Studien sämmtlich nur in zweiter Linie zu benutzen sind, giebt es dann allerdings noch einige gut verständliche Inschriften von einfach erzählendem Inhalt, die wenigstens zum Theil für unsere Zwecke geeignet sind. So vor allem aus dem alten Reiche die Inschrift des *Wnỉ* (vulgo „Una"), aus etwas späterer Zeit die des *Ḥnw* in Ḥammamât und aus dem mittleren Reich einiges in Beniḥassan, Siut, Berscheh. Leider sind aber diese Inschriften zumeist nur ganz kurz und vermuthlich sind einige auch alterthümlicher gehalten, als es sich für ihre Epoche schickte[2]).

Nach dem Dargelegten wird man ersehen, was uns bisher für die gesammte ältere Sprache gefehlt hat: ein längerer, schlicht erzählender und leicht verständlicher Prosatext, ein Seitenstück zu jenen Volksmährchen, die uns für die Grammatik des Neuaegyptischen die Grundlage geliefert haben.

Diese Lücke ist nun heute durch das Bekanntwerden des Papyrus Westcar[3]) ausgefüllt, der in jeder Hinsicht unseren Wünschen entspricht

---

1) Die Handschrift des Londoner Rechenbuches ist unter einem späten Hyksoskönig geschrieben nach einem Original aus der Zeit Amenemḥeʿt III. Der Papyrus Ebers ist unter Amenophis I. compilirt aus verschiedenen, gewiss sehr alten Büchern.

2) Vgl. z. B. das *rdꜣkwỉ* (Pseudoparticip eines transitiven Verbums) in der Inschrift von Berscheh.

3) Publicirt in den „Mittheilungen aus den orientalischen Sammlungen der Königlichen Museen".

und sich, was Schlichtheit der Sprache und leichte Verständlichkeit[1]) anbelangt, zu jenen Dichtungen des mittleren Reiches etwa ebenso verhält, wie die Mährchen der 1001 Nacht zu den künstlichen Erzeugnissen der arabischen gelehrten Poesie. Er ermöglicht es uns, zum ersten Male eine Stufe der älteren aegyptischen Sprache genauer kennen zu lernen und zum ersten Male erhalten wir durch ihn einen richtigen Begriff von der älteren aegyptischen Syntax. Ich habe mich daher mit grosser Freude der Aufgabe unterzogen, die Grammatik dieses Textes zusammenzustellen; ich hoffe, unserer Wissenschaft damit einen festen Punkt gewonnen zu haben, von dem aus wir uns dann schon eher an jene anderen alten Texte wagen können[2]).

Ich habe bisher nur gesagt, dass der Papyrus Westcar der älteren Sprache — im Gegensatz zum Neuaegyptischen — angehört; es fragt sich nun, welche Stufe derselben er vertritt. Da er seinem ganzen Tone nach nicht zur gebildeten Litteratur der „Schreiber“ gehört, sondern eine der Geschichten ist, mit denen der Erzähler an der Strassenecke sein harmloses Publikum erfreut, so spricht von vornherein eine gewisse Wahrscheinlichkeit dafür, dass die uns vorliegende Gestalt der Mährchen aus nicht wesentlich älterer Zeit stammt als unsere Handschrift selbst. Diese Handschrift aber ist, wie dies die Gleichheit des Formates, der Schrift und vor allem auch der Orthographie lehrt, den beiden datirten Leipziger und Londoner Papyrus gleichzeitig, die uns die mehrgenannten medicinischen und mathematischen Handbücher erhalten haben, sie stammt also etwa aus der Hyksoszeit oder aus den ersten Anfängen des neuen Reiches. Dieser Epoche also hätten wir zunächst auch die Sprache unseres Textes zuzuschreiben.

Und ich zweifle nicht, dass wir damit der Wahrheit nahe kommen,

---

1) Sieht man von zerstörten oder verderbten Stellen ab, so sind eigentlich nur die poetischen Begrüssungsreden des *Ḥrdȝdȝf* und des *Ddi* nicht in jedem Worte und im Zusammenhange verständlich. Es ist charakteristisch, dass gerade diese Reden in ihrer Ausdrucksweise an die gewöhnlichen aegyptischen Texte erinnern.

2) Aus diesen wird besonders für Formen- und Lautlehre viel zu gewinnen sein; diese Untersuchungen lassen sich ja eher auch an nur halb verständlichen Texten anstellen.

denn die einzigen mir bekannten Texte, die die auffallende Eigenthümlichkeit des Westcar — den übermässigen Gebrauch von [hieroglyphs] — ganz so mitmachen und die wie dieser auch schon den bestimmten Artikel besitzen, sind die bekannten kleinen Stelen des Louvre C. 11 und C. 12, die allgemein in die Zeit zwischen dem mittleren und neuen Reiche gesetzt werden[1]). Allerdings sind sie in einem Punkte wohl schon vulgärer als der Westcar, denn ein [hieroglyphs] *ʿḥʿntw ḥʿw* „da freute man sich" — eine im Neuaegyptischen häufige Analogiebildung zu *ʿḥʿns grtì* u. ä. (vgl. unten § 294) — traue ich diesem nicht zu. Wir dürfen also wohl die in diesem Buche behandelte Sprache in die dunklen Jahrhunderte zwischen dem mittleren und neuen Reiche und genauer vielleicht noch vor den unbekannten König *Rʿnḏr* setzen, d. h., salvo errore, in das achtzehnte oder siebzehnte Jahrhundert v. Chr.

Sehen wir nun, ob die Entwicklungsstufe, die die Sprache des Westcar zeigt, zu dieser Ansetzung passt.

Das Wenige, was wir von erzählender Prosa aus dem mittleren Reiche kennen[2]), gewährt, soweit ich urtheilen kann, ein Bild der Sprache, das in den wesentlichen Punkten sich meist mit dem aus dem Westcar gewonnenen deckt. Grössere Unterschiede — kleinere mögen uns entgehen — die ich bemerkt habe, sind:

1) der Westcar gebraucht das Demonstrativ *pꜣ* schon als Artikel, was jene noch nicht thun.

2) im Westcar nimmt der Verbalstamm des Relativsatzes nicht mehr die Femininalendung an, wenn er sich an ein weibliches Nomen schliesst.

3) der Genetivexponent hat im Westcar noch sein Femininum, aber sein Pluralis ist verloren.

4) die Einleitung des Verbums durch *ʿḥʿn* ist im Westcar noch weit häufiger geworden, als sie es schon in jenen ist.

---

1) Wann der König *Rʿnḏr* regiert hat, ist freilich unbekannt; doch muss er hinter die dreizehnte Dynastie gehören, deren lange Herrscherreihe uns noch bekannt ist.

2) Es handelt sich eigentlich nur um die obenerwähnten Inschriften von Ḥammamât, Siut, Beniḥassan, Berscheh — fast sämmtlich Texte von wenigen Zeilen.

In allem Andern herrscht, soweit sich das beobachten lässt, völlige oder fast völlige Übereinstimmung, in der Syntax, in der Formenbildung und im Wortschatz. Auch die Lautverhältnisse scheinen im Ganzen die gleichen zu sein, denn der Westcar hält seine Orthographie, die mit der des mittleren Reiches ja im Wesentlichen identisch[1]) ist, fast ganz inne und zeigt noch nichts von jener Verwirrung, die in den Texten der neunzehnten Dynastie die Verschleifungen und Verschiebungen der jüngeren Sprache verräth.

Während so die Sprache des Westcar der Prosa des mittleren Reiches jedenfalls recht nahe steht, sind die Unterschiede, die sie von dem Neuaegyptischen, der Sprache der neunzehnten und zwanzigsten Dynastie trennen, zahlreiche und tiefe. Die Vergleichung lässt sich hier an der Hand meiner „Neuaegyptischen Grammatik" bis ins Einzelne durchführen[2]). Das Resultat ist, wenn man geringfügigere Unterschiede übergeht, etwa folgendes:

1) der Westcar hat noch keinen unbestimmten Artikel, das Neuägyptische hat ihn ebenso durchgeführt wie das Koptische.

2) der Genetivexponent *n* hat im Westcar noch sein Femininum; im Neuäg. ist er eine unveränderliche Partikel wie im Koptischen.

3) das Suff. 3 pl. ist im Westcar noch ausschliesslich *sn*; das Neuaeg. hat dieses *sn* meist schon durch das Suffix *w* ersetzt, das im Koptischen die Alleinherrschaft hat.

4) im Westcar ist das alte *pn* noch das hauptsächlichste Demonstrativ; das Neuaeg. hat *pn* verloren und benutzt *pꜣi* kopt. ⲡⲁⲓ.

5) im Westcar ist noch das unabänderliche *pw* die „Copula" des Nominalsatzes; im Neuaeg. ist dies *pꜣi*, *tꜣi*, *nꜣi*, kopt. ⲡⲉ, ⲧⲉ, ⲛⲉ.

---

1) Die Orthographie des m. R. muss man zunächst nur nach den Handschriften, nicht nach hieroglyphischen Inschriften beurtheilen, die ziemlich frei mit der Schreibung schalten. Man muss also für diese Frage die Berliner Papyrus und den Papyrus Prisse zum Vergleiche nehmen.

2) Ich habe in Anmerkungen auf die zum Vergleich kommenden Paragraphen der „Neuaeg. Gramm." verwiesen. Allerdings liess sich das nicht ganz durchführen, denn insbesondere beim Verbum werden die Unterschiede stellenweise so gross, dass der Boden für die Vergleichung fehlt.

6) das Neuaeg. hat die alte Präposition *ḥnᶜ* „mit“ meist schon durch die Worte *mdỉ* (ⲛⲧⲉ) und *ỉ-ïr-mw* (ⲛⲉⲙ?) verdrängt, die der Westcar noch nicht kennt.

7) der Westcar hat beim Verbum noch die *n*-Form (*sḏmnf*) und *ỉn*-Form (*sḏmỉnf*) im Gebrauch; das Neuaeg. hat die erstere fast ganz, die letztere ganz verloren.

8) der Westcar benutzt als Form der Erzählung in erster Linie das durch *ᶜḥᶜn* eingeleitete Verbum, das Neuaeg. hat dies schon durch seine Hülfsverbalbildungen ersetzt.

9) das Hülfsverbum *ỉw* wird im Westcar noch fast ausschliesslich bei pronominalem Subject und bei Intransitiven gebraucht, im Neuaeg. ist sein Gebrauch ein allgemeiner und *ỉwf ḥr sḏm* und *ỉwf sḏm* spielen schon eine ähnliche Rolle wie ihre Abkömmlinge ⲉϥⲥⲱⲧⲙ und ⲉϥⲥⲟⲧⲙ.

10) das Neuaeg. macht von den Hülfsverben *tw* und *mtw* (ϥⲥⲱⲧⲙ, ⲛϥⲥⲱⲧⲙ), die dem Westcar noch fremd sind, den ausgiebigsten Gebrauch.

11) das Neuaeg. besitzt die jungen Negationen, die es *bn*, *bw* (ⲙ-), *bw-pwy* (ⲙⲡⲉ-) und *mn* (ⲙⲛ-) schreibt; diese fehlen dem Westcar noch.

12) der Westcar hat noch das alte Fragewort *m*, das das Neuaeg. durch sein *ỉḫ* und *nïm* (ⲁϣ und ⲛⲓⲙ) ersetzt hat.

13) Die alten Objectspronomina 1 ps. *wỉ*, 2 ps. *tw*, die im Westcar noch herrschen, sind im Neuaegyptischen fast verschwunden, wie sie es ja im Koptischen ganz sind.

14) auslautendes *t* und *r*, das der Westcar noch stets zu bewahren scheint, ist im Neuaegyptischen wie im Koptischen verschliffen.

15) der Wortschatz ist im Neuaegyptischen schon vielfach ein anderer, wo der Westcar altes Sprachgut bewahrt; hier heisst z. B. „sehen“ noch *mȝȝ* und „Sohn“ noch *sȝ*, dort schon *nw* (ⲛⲁⲩ) und *šrỉw* (ϣⲏⲣⲉ).

Man kann daher, ohne sich allzu grosser Übertreibung schuldig zu machen, das obwaltende Verhältniss kurz dahin bestimmen, dass die Sprache des Westcar noch auf den Bahnen des Altaegyptischen wandelt, während das Neuaegyptische bereits auf dem Wege ist, der zum Koptischen geführt hat; die Kluft, die beide trennt, ist eine sehr tiefe.

Wenn dem aber so ist, dürfen wir dann auch noch an unserer obigen Annahme festhalten, dass die Sprache des Westcar in die Hyksoszeit gehöre, also nur um drei oder vier Jahrhunderte älter sei als das Neuaegyptische? Entspricht es nicht doch besser der Lage der Dinge, wenn wir sie höher heraufrücken? Dass eine solche Ansetzung des Westcar an und für sich wohl möglich wäre[1]), will ich nicht leugnen; trotzdem bezweifle ich, ob sie richtig wäre. Ich glaube vielmehr, dass es sehr wohl zu erklären wäre, wenn die Sprache sich in der verhältnissmässig kurzen Zeit zwischen der Hyksoszeit und der neunzehnten Dynastie von Grund aus umgestaltet hätte. Auf allen Gebieten des Volkslebens nämlich, die wir näher kennen gelernt haben, tritt uns ein ähnlicher Unterschied zwischen den genannten beiden Zeitpunkten entgegen; in der Tracht, in der Kunst, in der Verwaltung sehen die Anfänge des neuen Reiches der zwölften Dynastie weit ähnlicher als der neunzehnten.

In den vier oder fünf Jahrhunderten, die aufdie Zeit der zwölften Dynastie folgten, führte eben das aegyptische Volk unter einheimischen und fremden Herren ein beschauliches Dasein, das keine Neubildungen im Volksleben erforderte, da das, was aus jener vergangenen Zeit der Grösse dem Volke überkommen war, für die engen Verhältnisse der Jetztzeit genügte. Als dann aber durch die Kriegszüge der Thutmosis Aegypten über Nacht zu einer Weltmacht wurde und in allen Verhältnissen einen Aufschwung nahm, wie kaum jemals zuvor, da warf das Volk das überlebte Herkommen ab und schuf sich neue Formen, wie sie der so ganz anders gewordenen Lage der Dinge entsprachen. Dass in dieser Zeit auch die Sprachentwickelung sehr viel rascher vor sich gegangen sein wird als bisher, ist daher a priori wahrscheinlich, sodass die von uns angenommene starke Änderung gerade in diesen Jahrhunderten nichts Auffallendes haben kann. Wir dürfen daher wohl bis auf Weiteres für die Sprache des Westcar es bei der oben gegebenen Ansetzung in die Hyksoszeit belassen.

Dass sich aus einem Texte, dessen Übersetzung noch nicht einen Druck-

1) Man könnte sich z. B. denken, die Sprache des Westcar stelle die Vulgärsprache der 12. Dyn. — im Gegensatz zur schriftmässigen Prosa — dar.

bogen einnimmt, ein vollständiges Sprachbild nicht gewinnen lässt, liegt auf der Hand. Immerhin ist aber der Inhalt des Westcar ein so mannigfaltiger, dass er, mit einer Ausnahme[1]), für alle wesentlichen Fragen der Syntax Material bietet. Wenigstens die Grundzüge derselben sind mit Sicherheit zu gewinnen, in den Einzelheiten bleiben natürlich Lücken genug.

Von der Formenlehre lässt sich leider nicht das Gleiche sagen wie von der Syntax, und ich hätte wohl gewünscht, sie ebenso kurz behandeln zu können, wie ich es in der Neuaegyptischen Grammatik gethan habe. Aber was dort angesichts der hoffnungslosen Verwirrung der späten Handschriften vielleicht erlaubt war, das darf man sich doch dem Westcar gegenüber, der seine Formen consequent unterscheidet, nicht gestatten. Ich habe daher auch das Material der Formenlehre, das unser Text enthält, gesammelt und, so gut als es anging, geordnet.

Eine solche Ordnung der Formen bietet nun aber bei dem Verbum grosse Schwierigkeiten, da bei diesem das Koptische nur äusserst dürftige Reste der alten Conjugation bewahrt hat. Wir stehen daher den vokallos geschriebenen Formen der alten Sprache fast hülflos gegenüber und können nur schwer oder gar nicht[2]) uns ein Urtheil darüber bilden, wie viel vokalisch geschiedene Formen sich hinter den äusserlich gleichen Consonantengruppen verbergen. Um sich unsere Lage zu veranschaulichen, denke man sich, dass wir vom Syrischen nur einige alte, unvokalisirte Texte besässen und dass wir nun die Formenlehre derselben mit alleiniger Hülfe des heutigen Neusyrischen enträthseln müssten, das, ganz ähnlich wie das Koptische, von der alten reichen Flexion nichts gerettet hat als den Imperativ, zwei Participien und einen Infinitiv[3]). Und dennoch müssen wir das Wagniss unternehmen und eine gewisse Eintheilung und Benennung der Verbalformen

---

1) Es fehlen Beispiele des Conditionalsatzes.

2) Ich kann mir nur einen Weg denken, auf dem etwas weiter zu kommen ist. Man muss die Verba mit veränderlichem Stamm (wie die IIae geminatae, die Verba auf *ꜣ*, die Unregelmässigen) beobachten; wo eines derselben eine Form äusserlich unterscheidet, wird man die Existenz derselben Form auch für die andern Verba, bei denen sie nicht äusserlich sichtbar ist, annehmen dürfen.

3) Nöldeke, Neusyrische Grammatik § 101.

für die Grammatik einführen. Ich hoffe, dass ich bei diesem misslichen Geschäfte mit der nöthigen Vorsicht vorgegangen bin und eher zu wenig geschieden habe als zu viel.

Was ich aus der Schriftlehre besprochen habe, ist, wie ich wohl weiss, ziemlich unwesentlicher Natur. Indessen sind Handschriften, die in diesen Dingen noch ein System erkennen lassen, nicht häufig, und so mochte ich die Gelegenheit, einmal auch diese Punkte zur Sprache zu bringen, nicht vorübergehen lassen.

Schliesslich bemerke ich noch, dass ich alles, was aus anderen Texten sich zum Vergleiche bot, in die Anmerkungen an den Fuss der Seite gesetzt habe; die Grammatik selbst stellt daher den Sprachgebrauch des Westcar ohne Vermischung dar.

Berlin, 30. April 1889.

Adolf Erman.

Vorgelegt in der Sitzung der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften am 5. Januar 1889.

Erster Abschnitt.

Zur Schrift- und Lautlehre.

A. Laut- und Wortzeichen.

§ 1. Die Orthographie des Papyrus Westcar ist noch eine feste und § 1.
dürfte sich im Wesentlichen mit den Lautverhältnissen der gesprochenen Sprache gedeckt haben. Dass er das Wort *wbꜣyt,* das er auf S. 2 und S. 12 korrekt schreibt, auf S. 11 zweimal unrichtig *wbꜣt* schreibt, weil er von 11, 19 her die Form mit Suffix *wbꜣts* noch im Kopf hat (vgl. § 35 Anm.), hat nicht viel zu besagen; in einem andern Punkte, wo er schwankt (§ 43), hat dies vielleicht die Sprache selbst gethan.

Anm. Das System, dem die Handschrift folgt, gleicht in allen Punkten demjenigen, das in den besseren Theilen des Papyrus Ebers und in dem Londoner mathematischen Papyrus befolgt ist; es ist ausgebildeter als das der alten Berliner Handschriften, aber zeigt noch keine Spur von der wüsten Verwilderung, die in den neuaegyptischen Handschriften herrscht.

§ 2. Der Umfang, in dem die Endung *ï* bezeichnet wird, ist ein ver- § 2.
hältnissmässig weiter, vgl. §§ 17. 18. 25. 29. 34. 35 Anm. 38. 41. 50. 57. 61. 77. 92. Über *w* und *wt* vgl. besonders §§ 23. 27. 32. 33, über *y* und *yt* §§ 24. 35 Anm.

§ 3. Wieweit die Verschiebung der Dentalen gediehen war, lässt sich § 3.
wie immer schwer beobachten; das *ṯ* ist sicher nur in *wṯs* „anzeigen“ zu

belegen, dagegen schreibt er schon *ỉst* „siehe", *tw* „dich", *—t* 2sg. fem., *—tn* 2 plur., *rmt* „Mensch", *ỉtrw* „Fluss", *tn* „wo?", *tnw* „Zahl". Für die Verschleifung des auslautenden *t* könnte man höchstens *n* für *nt* (9, 7) anführen — ein ziemlich schwacher Beleg[1]).

§ 4. § 4. Das Verschleifen des auslautenden *r*, wie es in der späteren Sprache die Regel ist, könnte man bei dem Fragewort *ptỉ* (§. 329) finden wollen, das die Totenbuchtexte des m. R. *ptr* schreiben, während jüngere Handschriften *ptrỉ*, *ptrw*, *pwtỉ* u. a. schreiben[2]). Doch glaube ich eher, dass die auffallende Erscheinung damit zusammenhängt, dass das Wort ursprünglich zu den räthselhaften Worten auf *rỉ* gehört, bei denen, wie mir mein Freund Borchardt nachgewiesen hat, die Combination *rỉ* einen einzigen, besonderen Laut ausdrücken soll[3]). Wenn bei einem solchen Worte in einer Form, die nur tonlos vorkam, dieser unbekannte Auslaut zu *ỉ* herabsank, so ist das etwas ganz anderes, als wenn ein wirklich konsonantisches *r* abgeschliffen wird.

§ 5. § 5. Die Handschrift bezeichnet, ebenso wie der Pap. Ebers und der Londoner mathematische Papyrus, bei der Praeposition 𓈖 *n*, da wo sie vor dem Nomen steht, durch einen diakritischen Punkt (—̇—) eine besondere Aussprache (Vgl. §. 143). Sie unterscheidet ferner noch das vor dem Nomen stehende 𓁷 *ḥr* von der mit Suffixen gebrauchten Form, die sie 𓁷 und 𓁷 schreibt; dagegen beobachtet sie bei 𓐍 *ẖr* diesen Unterschied nicht mehr.

§ 6. § 6. Die Silbe *m* in den Worten *ỉmm* „gieb", *m* „was?", *msb* „herbeibringen, *mšrw* „Abend", *mfkt* „Malachit" bezeichnet die Handschrift

---

1) Im Neuaegyptischen ist das auslautende *t* durchweg abgefallen; vgl. meine Pluralbildung § 14, meine neuaegyptische Grammatik § 9. 15. Auch in der ersten Hälfte der 18. Dyn. schreibt man schon in einer hieroglyphischen Inschrift [Hieroglyphen] *ḥr ỉntwf* für *ḥr ỉntf* (LD. III, 12 d, 19), spricht also *ỉnt* ohne Suffix offenbar schon ⲉⲓⲛⲉ.

2) *ptỉ* schreibt auch der Londoner mathemat. Papyrus 50, 2; 57, 1.

3) Vgl. auch in den Pyramidentexten *wỉ* „schwanger werden" (Pyr. Unas 198) neben *ỉwr* (ib., 99. 200) und *mr* „gleichwie" (ib. 273) neben *mỉ* (passim).

unterschiedslos bald mit und bald mit . In dem Worte „siehe“ schreibt sie dagegen stets und ich habe dies deshalb *mʿ* (in *mʿk mʿt mʿtn*) umschrieben[1]).

§ 7. Den senkrechten Strich fügt die Handschrift denjenigen Wortzeichen § 7.
bei, die ein Substantiv bezeichnen und allein, ohne Hinzufügung phonetischer Zeichen gebraucht werden. Vgl. *ỉb* „Herz“, *ʿ* „Arm“, *ḥr* „Gesicht“, *ỉḥ* „Ochse“, *ḳrs* „Knochen“, *pr* „Haus“ usw., mit weiblicher Endung: *ḥt* „Leib“ *ḏt* „Hand“.

Anm. Worte, die nicht Substantiva sind, bleiben ohne den Strich vgl. *ỉr* „machen“, *wꜣ* „hinneigen“ (?), *nb* „jeder“, *ỉn* „nicht“.

§ 8. Auch bei Hinzufügung eines Determinativs bleibt derselbe zu- § 8.
weilen stehen. Vgl.: *ḫtm* „Siegel“, *bꜣ* „Seele“, *ỉt* “Gerste“, *ḥn* „Majestät“, ... , *šʿt* „Buch“.

Dagegen verdrängen ihn die Personendeterminative *sꜣ* „Sohn“, *sn* „Bruder“, *wr* „Grosser“, *ḫrd* „Kind“, *ʿn* „Schreiber“, *ḥmt* „Frau“, *mt* „Mutter“; die des Orts *tꜣ* „Land“, *š* „See“, *šꜣ* „Feld“ (der Strich gehört bei diesen Worten zum Determinativ), *sḫt* „Feld“ und die des Hauses *ḥt* „Haus“, *ḫnrt* „Gefängniss“.

Anm. Vor dem Zahlzeichen fällt der Strich fort vgl. „110 Jahre“ (7, 2), „Zwei Schiffe“ (8, 4). Ausserdem fehlt er — in alterthümlicher Weise — bei *nṯr* „Gott“, und *nb* „Herr“ und einmal auch bei *ḥn* „Majestät“. Im allgemeinen ist aber der Gebrauch noch nicht so schwankend wie in anderen Handschriften. — Über den Strich nach Determinativen vgl. § 11.

---

1) Ob dies richtig ist, stehe freilich dahin, denn die grosse Inschrift von Siut (Siut ed. Griffith Grab I.) schreibt für *mʿk* (269. 270) (271. 272) und für *mʿtn* (275. 280. 285. 288. 295).

B. Determinativzeichen.

§ 9. § 9. Ohne Determinative bleiben:

1) Die meisten nur mit einem Wortzeichen geschriebenen Worte wie *ḥr* „Gesicht“, *ḏt* „Hand“, *sꜣ* „hinter“ (aber „Gefängniss“).

2) Die Pronomina absoluta *sw, sï, st* (aber *ïnwk* mit Determinativ); die Demonstrativa; die häufigsten Praepositionen (wie *m, n, mᶜ, mï, ḫr* usw.), Conjunctionen (*ïs, ïst*) und Interjectionen (*mᶜk, mᶜtn*); das Adverb *ïm*; das Relativ *ntï* und ähnliche häufige, schon mehr der Grammatik als dem Wörterbuch angehörige Worte.

3) Die häufigen Verben: *ïw* „sein“, *ïrt* „thun“, *ᶜnḫ* „leben“, *mꜣꜣ* „sehen“, *ḫpr* „sein“, *gmt* „finden“, *rdït* „geben“, *ḏd* „sprechen“, das Verbalpräfix *ᶜḥᶜn* und der Imperativ *ïmm*.

4) Das Substantiv *bw* „Ort“ und die Adjectiva *nb* „jeder“ und *nfr* „gut“ — dieses letztere indessen nur im Maskulinum, während Femininum und Plural determinirt werden.

§ 10. § 10. Bei den Schreibungen *ḥnn* (aber *ḥnf*), *sꜣstn*, *pr stn* (aber einzeln und) und *nb* mit folgendem Ortsnamen „Herr von“ (aber allein) hat sich eine alterthümliche Determinativlosigkeit in den festen Verbindungen bewahrt.

§ 11. § 11. Die Determinative (und einmal 7, 15 auch) versieht die Handschrift bei einigen Worten noch mit einem senkrechten Strich, bei anderen nicht. Nur bei den beiden ersteren ist genügendes Material vorhanden, um ein Urtheil über den Unterschied beider Formen zu erlauben:

steht bei: *ꜣ* Aufenthalt (?)	bei *ïbtï* östlich
ïtrw Strom	*ïmntï* westlich

mryt Damm
ḥtï Tenne (?)
š Teich
šꜣ Feld (oder ähnlich)
šꜣꜥ . ? .
tꜣ Erde

mḥtï nördlich
šdw Ecke (oder ähnlich)
rmn Seite (oder ähnlich)
ḫꜣḫꜣ (?) Name eines Kanales

Also setzt man bei bestimmten Lokalitäten, bei allgemeinen Ortsausdrücken; wenn der *ḫꜣḫꜣ* zur letzteren Klasse gerechnet ist, so ist das wohl nur eine Flüchtigkeit.

Ebenso steht

bei den bestimmteren Zeitabschnitten *ꜣt* Stunde
ꜥḥꜥw Lebenszeit
hrw Tag
rꜥ Sonne (d. h. Tag)

bei den unbestimmten Zeitabschnitten
rk Epoche
nw in *sb nw* „zu welcher Zeit?"
sf gestern
sšp . ? .
wrš die Zeit verbringen.

Der Strich dient also zur Specialisirung des Determinativs.

Anm. Folgt einem solchen Determinativ das Pluralzeichen, so fällt der Strich fort, vgl. *3*, 15. *5*, 6, *9*, 26. Auch ein zweites Determinativ verdrängt ihn, vgl. *10*, 1 mit *11*, 7.

§ 12. Die Handschrift des Westcar hat schon den Gebrauch, die Bedeutung der Determinative durch Hinzufügung der Pluralstriche zu verallgemeinern[1]). Sie benutzt also: § 12.

für Wachs, Weihrauch, Lapislazuli, Malachit und für *nḫï* „etwas" (**12**, 26)

für Bier (aber für Krug)

für Brot, Speise

für Fleisch, Leib

1) Pluralbildung § 6.

für Leder

für Pflanzennamen

und für Arbeitertruppe, Reihe der Rudernden

für Wahrheit, Herrschaft, Amt, Wunder, Preis, Befehl, Prächtiges und bei *ḫt* „Sache" (12, 8. 21); sodann bei *swꜣḏ* „gedeihen lassen" (9, 26), *sḏfꜣ* „bereichern" (l. l.) und vielleicht in *wḏt nbt ḥnf* „alles was seine Maj. befohlen hatte" (4, 17 u. o.; wo von einem einzelnen Befehle die Rede ist, steht)

für Zauberformel

für *ḥwt* „Böses" (9, 12, aber das Adjectiv)

und *ḥꜣt* . ? . (7, 19)

bei *ḫnt* „tanzen" (?) (11, 17).

§ 13. § 13. Die Verwilderung, die die Handschriften der 19. Dyn. in diesem Punkte zeigen, ist im Westcar noch nicht eingetreten; gelegentliche Versehen und Inconsequenzen wie

(9, 11. 25)

(8, 17)

(9, 26, daneben *sḏfꜣ* und *swꜣḏ* mit)

finden sich freilich, sind aber bei einem derartigen Gebrauch natürlich genug.

§ 14. § 14. Als eine besondere Eigenart der hieratischen Handschriften in der Determinirung verdient der Gebrauch hervorgehoben zu werden, ein complicirtes, seltenes Determinativ durch einen schrägen Strich wiederzugeben[1]). Er vertritt:

in *ꜣt* „Zeit" das .

1) Dies hat auch schon Brugsch (Wörterb. Suppl. 1130) richtig erkannt.

in *iꜣt* „Amt“ das .

„ *iꜣdt* „Netz“ ein Zeichen des Netzes.

„ *ist* und *Ḥḳt* vermuthlich das .

„ *ꜥfnt* „Kopftuch“ das .

„ *biꜣyt* „Wunder“ das ?

„ *mꜣꜥt* „Wahrheit“ das .

„ *mst* „gebären“ das .

„ *ḫꜥw* „Diademe“ das .

„ *snṭi* „Grundriss“ das .

„ *ḳmꜥ* „musiciren“ das ?

Zweiter Abschnitt.

Zur Formenlehre.

A. Das Pronomen personale.

1. Das Pronomen absolutum.

§ 15. §. 15. Es kommen vor:

1 sg. *ỉnwk* **6,** 6; **9,** 6.

3 pl. *st* **9,** 4; **12,** 3.

Dieses *st* ist in beiden Beispielen von Sachen gebraucht:

bw ntỉ st ỉm „der Ort, in dem sie (d. h. die räthselhaften *ỉpt*) sich befinden“ (**9,** 4)

bw ỉrw st ỉm „der Ort, in dem sie (d. h. die Musik, der Gesang usw.) waren“ (**12,** 3).

In der letzten Stelle liegt sogar ein neutrisches „es“ näher; vgl. das § 18 über das entsprechende Objektspronomen Bemerkte.

2. Die Possessivsuffixe.

§ 16. § 16. Von den Possessivsuffixen sind nachweisbar:

1 sg. *ỉ* **8,** 8.
2 m. *k* **6,** 24.
3 m. *f* **4,** 4.
3 f. *s* **11,** 19; **12,** 15.
1 pl. *n* **5,** 19.

2 pl. *tn* **9,** 26; **11,** 7.

3 pl. *sn* **5,** 10; **11,** 12[1]).

Über ihre Verwendung vgl. § 35—36.

§ 17. Ist das Nomen, an das das Possessivsuffix angehängt wird, ein Dualis, so erhält das Suffix die Endung *ï*: § 17.

rdwïfï „seine Füsse" (**7,** 16).

ᶜwïfï „seine Arme" (**8,** 1).

ᶜwïsï „ihre Arme" (**10,** 17; **10,** 25).

3. Das Objectspronomen.

§ 18. Das Objectspronomen liegt in den Formen vor: § 18.

1 sg. *wi*[2]) in *mᶜkwi* „siehe ich" **8,** 12.

1 pl. *n* in *mᶜkn* „siehe wir" **10,** 5.

2 masc. *tw*[3]) in *sbf tw* „er führt dich" **7,** 22.

mẖnì tw „ich sehe dich" **8,** 11.

3 masc. *sw* von Männern **7,** 9. 15; **8,** 2; **10,** 11, von einem Krokodil **3,** 1; **4,** 2, von einer Sache **6,** 7.

3 fem. *sï*[4]) von Frauen: **9,** 9; **10,** 5. 7. 13. 14. 20. 22. 26; **12,** 19. 23. 24. 26, von einer Sache: **5,** 1; **9,** 6. 7. 8.

---

1) Das Suffix 3 pl. *w* des Neuaeg. (vgl. N. Gr. § 6.) und Kopt. kennt unser Text noch nicht.

2) Neuaeg. schon meist ohne *w* geschrieben, oft auch schon — wie im Kopt. — ganz verschwunden. Vgl. Neuaeg. Gr. § 309. 311.

3) Neuaeg. nur noch in Ausnahmefällen gebräuchlich. (l. l. 314).

4) Wenige alte Texte, wie z. B. der Pap. Ebers, schreiben das *ï* dieser Form; in der Regel schreibt man nur *s*, so dass sie von dem Possessivsuffix nicht zu unterscheiden ist.

3 plur. [hieroglyph] *st*[1]) von mehreren Sachen **11**, 13. 15; **12**, 5; neutrisch gebraucht „es“: **8**, 10. **12**, 12. 19.

§ 19. § 19. Dass diese Formen, wenigstens z. Th., keine Suffixe sondern absolute Pronomina sind, ersieht man — abgesehen von dem Vorkommen von [hieroglyph] und [hieroglyph] als Pron. absolutum — aus der Wortstellung; es ist erlaubt, dieselben von dem Verbum zu trennen. Vgl. § 303.

Sie werden bei einem Verbum finitum gebraucht, aber auch bei einem Particip (**6**, 7) oder Infinitiv (**12**, 12—**12**, 19).

§ 20. § 20. Die in jüngeren aber auch in älteren Texten vorkommenden Objectssuffixe, wie *k* und *f*, sind nur in dem einen [hieroglyph] *r wšdf* „um ihn zu begrüssen“ (**7**, 14) nachweisbar, und auch dies ist gegenüber ⲟⲩⲱϣⲧ ⲛⲁϥ ein etwas verdächtiges Beispiel, denn es könnte ein Fehler für *r wšd nf* sein. Jedenfalls sind diese Objectssuffixe im Allgemeinen unserem Texte fremd.

B. Das Nomen.

1. Die Formen der Substantiva.

§ 21. § 21. Die gewöhnlichen Bildungsweisen, die lediglich durch eine bestimmte Vokalisation characterisirt waren, können wir in unserem Texte so wenig erkennen, als in irgend einem andern und nur das Koptische zeigt beispielsweise, dass [hieroglyph] *it* ⲉⲓⲱⲧ, [hieroglyph] *nb* ⲛⲏⲃ, [hieroglyph] *rn* ⲣⲁⲛ, [hieroglyph] *sp* ⲥⲟⲡ vier verschiedenen Klassen angehörten.

Anm. In unserem Text halten sich zwei- und dreiradikalige Nomina die Wage und bilden zusammen etwa sechs Siebentel aller Substantiva. — Die durch Endungen gebildeten Substantiva betragen im Westcar etwa ein Fünftel der Gesammtzahl.

§ 22. § 22. Dagegen lassen sich die durch äussere Endungen gebildeten Substantiva wenigstens zum Theil erkennen. Man unterscheidet, rein

---

1) Das Neuaeg. wirft diese Form, die es auch [hieroglyph] schreibt, mit der 3 sg. fem. und mit der 3 pl. *sn* zusammen. Ausserdem benutzt es auch hier wieder sein Suffix *w*.

äusserlich betrachtet, Masculina auf \\ *ï* und *w*, Feminina auf *yt* und *wt* — doch ist es natürlich möglich, dass auch hierbei verschiedene Formen in der Schrift zusammenfallen.

§ 23. An Substantiven auf nicht radikales *w* liegen vor: § 23.

II. Rad.: Masculina: *bꜣw*, *ḥꜣw* (?Plural?), *šdw* und die auf *nw*: *ẖnw* (ϩⲟⲩⲛ), *tnw*, *ḥnw* (radikales *w*? cf. ϩⲛⲁⲁⲩ), *ḥnw*.

Feminina: *iꜣwt* (?), *ḫꜣwt* (ϣⲏⲧⲉ), *ꜥwt*, *wpwt*.

III. Rad.: Masculina: *nḥꜣw*, *ꜥḥꜥw* (ⲁϩⲉ), *dwiw*, *itrw* (ⲉⲓⲟⲟⲣ), *wsmw*, *ḳniw*, *Ḫnmw*.

Feminina: nicht nachweisbar.

IV. Rad.: Masculina: *mšrw*, *ḳꜣḳꜣw*

Feminina: nicht nachweisbar.

Anm. Während bei den zweiradikaligen Substantiven 6 oder 7 männlichen Worten auf *w* 4 weibliche auf *wt* entsprechen, steht bei den drei und vierradikaligen den vorkommenden 9 männlichen Worten auf *w* kein einziges weibliches gegenüber. Wenn dies nicht etwa ein seltsamer Zufall ist, so wird man annehmen müssen, dass die entsprechenden weiblichen Formen bei diesen irgendwie durch die Orthographie verdeckt werden. — Vgl. hierzu auch das Zahlwort *wꜥw* „einer", fem. *wꜥt* „eine" (§ 117.)

§ 24. Substantiva auf *y* männlichen Geschlechtes liegen nur § 24.
zwei vor, der räthselhafte Titel *ity* (alt *iti*), in dem das *y* radikal sein mag, und das merkwürdige Wort *imꜣḫy*,

das alte Texte bekanntlich *imꜣḫw* schreiben. Man hat daher die häufigen Feminina auf *yt* wohl zu den männlichen Substantiven auf *ï* zu stellen, für die sonst wieder die Feminina fehlen würden[1].

Die weiblichen Substantiva auf *yt* sind:

II. Rad.: *idyt*, *sryt*, *mryt* (ⲙⲣⲱ), *ḥnyt* (Derivat von *ḥnt*).

III. Rad.: *ḫntyt* (Derivat von *ḫnt*), *stnyt* (Derivat von *stn*), *šrtyt*, *biyt*, *pꜣkyt* und *wbꜣyt* **2,** 12; **12,** 9. 10. 18. In diesem letzten Worte ist **11,** 19. 22. 26 das *y* nicht geschrieben, und zwar hat es **11,** 19 dabei ein Suffix.

IV. Rad.: (sic pl.) *ḥnskyt* 5, 10; aber mit Suffix *ḥnskts* **5,** 16.

§ 25. § 25. Von den Substantiven auf *ï* sind nur männliche Formen nachweisbar, vermuthlich weil, wie gesagt, die Feminina dazu auf endigen. Es kommen vor:

II. Rad.: *mḥï* (B. ⲙⲁϩⲓ), *nḥï*, *ḫfï*.

III. Rad.: *ifdï*, *hbnï*, *sntï*, *wꜣḫï* (Derivat von *wḫꜣ* „Säule“). Das hierhergehörige *ḫftï* „Feind“ (Derivat von *ḫft* „angesichts“) ist **7,** 25 anscheinend ohne *ï* *ḫftk* geschrieben, vielleicht des angehängten Suffixes wegen.

---

1) Dafür dass männlichen Substantiven auf *ï* wirklich weibliche auf *yt* entsprechen, führe ich an: *nḥsï nḥsyt* „Neger und Negerin“ (LD. III, 30 b. 7.)

2. Ausdruck des Geschlechts.

§ 26. Das Femininum, dessen Endung *t* von unserem Texte noch stets geschrieben wird, ist bei weitem seltener als das Masculinum und bei den zwei-, drei- und vierradikaligen Substantiven kommt in unserem Texte auf zwei Masculina kaum ein Femininum. Bei den anscheinend einradikaligen Substantiven scheint das Verhältniss das umgekehrte zu sein, denn drei männlichen Worten stehen hier sieben weibliche gegenüber. § 26.

3. Ausdruck der Zahl.

a. Der Pluralis.

§ 27. Die Pluralendung des Masculinums *w* wird regelmässig geschrieben: § 27.

ḫꜥw „Diademe“ (**11**, 13)
ꜥḳw „Brode“ (**9**, 20)
wsrw „Ruder“ (**5**, 8)
ḥbsw „Kleider“ (**5**, 12)

Auch bei Worten auf *ꜣ* bleibt sie noch intakt:

ḥꜣw „Epoche“ (**6**, 24)
dfꜣw „Speisen“ (**7**, 21)
nbꜣw „Tragstangen“ (**7**, 12)

Anm. Bei rein ideographisch geschriebenen Worten wie *nṯrw* (*9*, 27 u. o.) *mw* (*6*, 12; *9*, 17) *ḳrsw* (*10*, 10) wird sie auch in unserm Texte so wenig als in andern[1]) ausgedrückt; eine Ausnahme erlaubt der Schreiber sich bei *ḫrdw* (*11*, 11).

§ 28. Die Ausnahmen von diesen regelmässigen Formen sind die § 28.

1) Vgl. meine Pluralbildung S. 8.

bekannten, der älteren aegyptischen Grammatik gemeinsamen. Die Substantiva auf *nw* und das Wort *hrw* erhalten in der Schrift keine besondere Endung:

(11, 21. 22) *hnw* „Töpfe"

(12, 6) *ḥnw* „Geräthe"

hrw (12, 9; 3, 15) sic *nn hrw* (9, 21) „Tage"

Die beiden *w* fallen wohl zusammen; etwa *hrow* Plur. *hrowe* für *hrowwe*[1]).

§ 29. § 29. Bei den Adjectiven auf *ï* wird nur das *w* und nicht das *ï* geschrieben: *imïw* (7, 22. 23), aber wenn sie auf *tï* enden, so lässt man lieber das *w* fort: *ntïw* (6, 23)[2]).

§ 30. § 30. Das im Singular gewiss alterthümlich defectiv geschriebene Wort *stn*, lautet im Plural *stnyw* (12, 11); auch das von abgeleitete Abstractsubstantiv *stnyt* „Herrschaft" (10, 21 u. o.) zeigt ja dieses [3]).

§ 31. § 31. Neu und interessant ist, dass das Wort *rmt* „Mensch" (Sing. 8, 15) im Plural *nꜣn rmt* (12, 11) ohne Endung bleibt[4]).

§ 32. § 32. Die weiblichen Substantiva zeigen auch in unserm Texte keine äusserliche Änderung im Pluralis:

ḥmt „Frauen" (5, 12)

---

1) l. l. S. 29. 31.

2) l. l. S. 25. 26.

3) l. l. S. 21.

4) Es hängt dies wohl damit zusammen, dass das Wort oft als Femininum behandelt wird (vgl. insbesondere das häufige *rmt nbt* „alle Menschen"), wie es denn auch in einer Inschrift des m. R. (Siut ed. Griffith Grab I 223. 243) geradezu *rmtt* geschrieben wird.

nfrt „Mädchen“ (**5,** 3)

ḥꜣwt „Altäre“ (**9,** 26)

ḫfꜣt „Ufer“ (?) (**5,** 6)

ḫnyt „Tänzerinnen“ (**10,** 1; **11,** 24)

§ 33. Nur in dem Fall, in dem ja überhaupt die weibliche Plural- § 33.
endung am häufigsten ausgeschrieben wird, beim Plural der weiblichen Infinitive, findet man sie auch hier einmal:

mswt „Geburt“ (**10,** 8. 15. 23)

Daneben freilich *ḏdtf* (8, 20) *ỉrt* (**12,** 2).

Anm. Beachtenswerth ist der Plural des Kompositums *st-ḥmt*: (*5*, 9).

b. Der Dualis.

§ 34. Der Papyrus Westcar bietet nur eine Dualform mit ausge- § 34.
schriebener Endung: (8, 1; **10,** 10. 17. 25) *ʿwï* „Arme“ (Sing. **8,** 2). Nicht geschrieben ist die Endung in den Dualen *rdwï* „Füsse“ (**7,** 16) *tꜣwï* „die beiden Länder“ (**1,** 20).

4. Der Possessivausdruck.

§ 35. Das Possessivverhältniss wird bei artikellosen Substantiven § 35.
durch die dem Nomen angehängten Possessivsuffixe ausgedrückt:

1 sing. *nb(ỉ)* „mein Herr“ **8,** 8.

2 m. *ḥꜣwk* „deine Zeit“ **6,** 24.

2 f. ?

3 m. *prf*, „sein Haus“ **4,** 4.

3 f. *wbꜣts* „ihre Dienerin“ **11,** 19.

1 pl. ?.

2 pl. *wḏḥwtn* „eure Trankopfergefässe" **9, 26.**

3 pl. *ḥˁsn* „ihre Glieder" **5,** 10.

Anm. Bei einem Substantiv auf *ï* lässt unser Text vor dem Suffix dieses *ï* ungeschrieben, vgl. *ḫftk* „dein Feind" (*7,* 25); bei solchen auf *yt* will er wohl eigentlich auch vor dem Suffix das *y* unterdrücken, vgl. *ḥnskytr* (lies *ḥnskyt*) *5,* 10 aber *ḥnskts* *5,* 16 und *wbȝyt* (passim) aber *wbȝts* *11,* 19. Vgl. indess § 1.

§ 36. § 36. Hat dagegen das Substantiv den Artikel, so treten die Possessivsuffixe an diesen:

3 m. *tȝyf* **4,** 4.

3 f. *pȝys* **12,** 15. 20.

1 pl. *tȝyn* **5,** 19.

2 pl. *pȝytn* **11,** 7.

3 pl. *pȝysn* **11,** 12.

Anm. Über ein noch absolut gebrauchtes *pȝyk* siehe § 97.

5. Die Formen der Adjectiva.

§ 37. § 37. Die gewöhnlichen Adjectiva wie *nb*, *ḫw*, *bȝn* usw. bieten im Westcar nichts besonderes; nur das Femininum *šrt* verdient Beachtung, da es den dritten Radikal schon nicht mehr zeigt, obgleich er sogar in Kopt. ϣιρε noch seine Spur hinterlassen hat. — Die von Adjectiven hergeleiteten Causativa s. § 59.

§ 38. § 38. Von den durch *ï* gebildeten Adjectiven liegen vor:

ḥrï in den Titeln *ḥrï-pr* (**3,** 6 u. o.) *ḥrï-ḏȝḏȝ* (**1,** 19 u. o.).

ïmïw pl. (**7,** 22 als Substantiv; **7,** 23 als Adjectiv, in feierlicher Rede für das sonst übliche *ntïm*).

ntï, f. *ntt*, pl. *ntïw* als Substantiv (vgl. § 316 ff.).

mïtt f. (**7,** 7 u. o. nur als Substantiv).

[hierogl.] *mḥtï* „nördlich“ (**4,** 9; **11,** 17).

[hierogl.] *ỉmntï* „westlich“ (**8,** 19).

[hierogl.] *ỉbtï* „östlich“ (**8,** 20).

Anm. Das *ḥr-ḳnỉ* „Sänftenträger“ (*11,* 7 und *10,* 1) enthält wohl die Praeposition und nicht das Adjectiv *ḥrï*.

C. Das Verbum.

1. Die Klassen der Verba.

§ 39. Das koptische Verbum zerfällt bekanntlich in eine Anzahl von Klassen, deren Angehörige sich besonders durch die verschiedene Vokalisation ihrer Formen unterscheiden. Dass auch das alte Verbum einmal in derartige Klassen zerfallen ist, lässt sich noch heut erkennen, wenn uns auch natürlich die meisten Unterschiede bei der vokallosen Schrift der Texte entgehen müssen. Ich stelle im Folgenden zusammen, was unsere Handschrift an hierher gehörigem Material bietet; wegen der dabei gebrauchten Namen der einzelnen Verbalformen vergleiche der Leser die Erörterungen der §§ 75—84 und die Tabelle am Schluss dieses Buches. § 39.

a. Zweiradikalige Verba.

§ 40. Die gewöhnlichen zweiradikalen Verba mit männlichem Infinitiv, wie [hierogl.] *wn* ουωн, [hierogl.] *mn* μουn, zeigen in keiner Form irgend eine Änderung des Stammes. Wenn das Verbum [hierogl.] *ḏd* ϫω in der Stelle **9,** 8 ausnahmsweise eine Form [hierogl.] *ḏdyk* bildet, so hängt dies wohl damit zusammen, dass es einmal zu den Verben IIae geminatae gehört hat. § 40.

§ 41. Die Verba [hierogl.] *ḥḥï*[1]) „suchen“ (**4,** 22. 25; **7,** 6) und [hierogl.] *ḥsï* „singen“ ϩωc (**12,** 1) haben im Infinitiv eine Endung \\. Weitere Formen § 41.

1) So wird dies Verb auch sonst im Infinitiv geschrieben, vgl. z. B. LD III, 73.

derselben kommen in unserm Text leider nicht vor (denn *ḥstw* **7,** 24 und *ḥstỉ* **9,** 2 gehören zu *ḥst* „loben“), man vergleiche aber analoge Infinitive bei gewissen dreiradikaligen Verben und Causativen (§§ 50. 61).

§ 42. **§ 42.** Die zweiradikaligen Verba „IIae geminatae“, bilden weibliche Infinitive z. B. *ỉnt* (**12,** 18) *mst* (**5,** 11) *prt* (**11,** 3) *ḫnt* (**5,** 4 u. o.) *šmt* (**12,** 12) *ỉrt* (**11,** 11 u. o.).

§ 43. **§ 43.** Die Gemination kommt bei ihnen noch vor, indess schwankt der Gebrauch hierin wohl schon, denn

ḥr šnts *ḳsn msss* (**9,** 22) und

ḥr mns *ḳsn mss* (**10,** 4)

stehen nebeneinander. Ein Indikativ mit Verdoppelung liegt vor in:

ỉwk ḥr mꜣꜣ *ḫnnsn* „du siehst (wie) sie rudern“ (**5,** 4. 15; **6,** 2),

eine vermuthliche Relativform mit Verdoppelung in:

ỉn ỉnwk ỉs *ỉnn nk sỉ*, ‚ich bin es nicht, der sie dir bringt“ (**9,** 6).

In allen andern Beispielen ist die Verdoppelung unterblieben, vgl.

in direkter Rede: *mrỉ* „ich will“ (**6,** 7; **9,** 8),

in der Frage: *ỉrỉ* „ich thue“ (**11,** 6),

relativisch? *ỉnf* „er bringt“ (**9,** 7. 8),

Particip?: *ỉn* „bringend“ (**9,** 22), *ḫn* „rudernd“ (**6,** 5).

§ 44. **§ 44.** Das *y*, das noch im Koptischen in manchen Formen dieser Verba hinter dem zweiten Consonanten auftritt und etwa ursprünglich ihren dritten Radikal gebildet haben könnte, findet sich in den passiven Participien[1]) *mry* (**7,** 24) und *ỉryt* (**4,** 11; **6,** 16), in der Form *ỉrys* (**12,** 25), und in den Causativen dieser Verben (vgl. § 61).

Anm. Über die merkwürdigen aktiven Formen *ỉntwk* und *ỉntwf* vgl. § 214.

---

1) Vgl. die neuaeg. Formen Gr. § 162.

§ 45. Das Verbum *i̓rt* ⲉⲓⲣⲉ „machen" hatte wohl schon besondere Abweichungen, wie sich das ja bei einem so häufigen Worte leicht erklärt[1]). Darauf deutet die eigenthümliche Orthographie, die man freilich im Einzelnen schwer verfolgen kann, da die Handschrift oft nicht beurtheilen lässt, ob steht oder , oder . § 45.

Der Endkonsonant ist nicht geschrieben:

im Infinitiv *i̓rt* **5,** 7; **7,** 7; **8,** 17; **9,** 11. 12. 24; **11,** 11,

im Verbaladjectiv *i̓rtfi* **10,** 13. 21; **11,** 1,

im Optativ *i̓rn* **3,** 6,

in der *n*-Form *i̓rni* **4,** 4; **6,** 1; **9,** 27; **12,** 17. 25. *i̓rntw* **8,** 24,

in der *i̓n*-Form *i̓rintw* **4,** 17; **6,** 22; **9,** 21,

im endungslosen Passiv: *i̓r* **5,** 13; **9,** 20 (?),

in den Formen auf *y*: *i̓rys* **12,** 25 und *i̓ryt* **4,** 11; **6,** 16,

in der unklaren Form *i̓rtw* **12,** 4 (vgl. auch **9,** 13 ?).

Der Endkonsonant ist geschrieben:

im Plural des Infinitiv *i̓rwt* **12,** 2,

im Indikativ: *i̓ri* **11,** 6. *i̓rt* **12,** 16. 21 (ib. 11 ?),

bei durch *i̓n* hervorgehobenem Subjekt: *i̓r* **1,** 21 (relativisch ? vgl. § 311).

in der Form *i̓rw* **12,** 3 des § 199.

§ 46. Das Verbum *wn* „sein" bildet in unserm Papyrus noch ein weibliches Particip *wnnt* (**12,** 6); ob es zu dieser Klasse gehört, ist zweifelhaft[2]). § 46.

1) Noch wilder erscheinen seine Formen im Neuaeg. (vgl. Gr. § 144—149, wo indess heut manches anders zu fassen wäre).

2) Vgl. auch Ae. Z. 1881, 61.

§ 47. § 47. Die zweiradikaligen Intransitiva mit Geminirung des zweiten Consonanten wie кмом Part. кнм sind in einem Beispiele nachweisbar:

Infinitiv *iw ib k r ḳbb* „dein Herz wird kühl werden" (**5,** 3. 7),

Particip *wnin ib n ḥnf ḳb* „das Herz seiner Maj. ist kühl geworden" (**6,** 2).

Der Unterschied ist also formell und in der Bedeutung ganz dem der koptischen entsprechenden Formen gleich. Es ist sehr interessant, dass daneben noch ein *ḳbt* (**5,** 1) vorkommt, das „Kühle" zu bedeuten scheint; — hat das Verb etwa zwei Infinitive, den einen *ḳbob* für „kühl werden", den andern *ḳibet* für „kühl sein"?

§ 48. § 48. Unter den zweiradikaligen Verben auf *ꜣ* lassen sich mindestens zwei verschiedene Arten unterscheiden:

1) mit männlichem Infinitiv:

Infinitiv *mꜣꜣ* (**5,** 4. 5. 15; **6,** 2),

Subjunktiv [ ] *mꜣn* (**10,** 5),

n-Form *mꜣnỉ* (**6,** 21; **8,** 11; **9,** 17).

2) mit weiblichem Infinitiv:

Infinitiv *hꜣt* (**4,** 6),

Indikativ(?) *hꜣw nds* (**3,** 2)

Imperativ *hꜣ* (**11,** 25).

Anm. Über das in einer Causativform von *ꜥꜣ* vgl. § 62.

b. Dreiradikalige Verben.

§ 49. § 49. Bei den dreiradikaligen Verben gewöhnlicher Bildung mit männlichem Infinitiv und starken Konsonanten wie *ꜥnḫ* ωnϩ, *sḏm* cωτм,

ḫpr ϣⲱⲡⲉ, *šꜥd* ϣⲱⲱⲧ bleibt der Verbalstamm in allen Formen in der Schrift unverändert.

§ 50. Entsprechend den in § 41 genannten zweiradicaligen Verben § 50.
mit \\ im Infinitiv findet sich hier der Infinitiv *mnỉỉ* (7, 18) ⲙⲟⲟϣⲉ; das Pseudoparticip dazu lautet *mnỉ* (7, 11).

§ 51. Die seltenen dreiradicaligen Verben mit weiblichem Infinitiv § 51.
(wie S. ϣⲙϣⲉ B. ϩⲉⲙⲥⲓ) sind im Westcar vertreten durch:

ḥmst (3, 8; 12, 8).

wṯst (12, 16).

smỉt (8, 7).

Die andern Formen, die von diesen Verben vorkommen, zeigen den Stamm *ḥms wṯs smỉ* unverändert.

§ 52. Von den Verben IIIae geminatae kommt nur *spd* ⲥⲟⲃⲧⲉ vor und § 52.
auch dies nur im Causativ (vgl. § 63).

§ 53. Die dreiradicaligen Verben, die ein *ꜣ* zum zweiten Conso- § 53.
nanten haben (wie *hꜣb*) und diejenigen, die es zum dritten Consonanten haben (wie *wḏꜣ* ⲟⲩϫⲁⲓ), erleiden keine in der Orthographie unseres Textes sichtbare Veränderung ihres Stammes. Über das *y* in einer Causativform von *ḏfꜣ* vgl. § 64.

c. Mehrradicalige Verba.

§ 54. An mehrradicaligen Verben enthält unser Text: § 54.

ꜥmꜥm (7, 16, Infinitiv).

smwn (4, 1, Imperativ).

gꜣgꜣ (8, 23, Infinitiv).

ḥbȝbȝ (**8**, 21, Infinitiv).

ỉstnw (**12**, 5 Partic. passiv.).

d. Unregelmässige Verba.

§ 55. **§ 55. Die hier behandelten Verba lassen sich jedenfalls bei dem heutigen Stand unserer Kenntniss nicht in eine andere Gruppe einreihen; auch in älteren Texten erscheinen ihre Formen schon ebenso räthselhaft wie hier.**

§ 56. § 56. Das Verbum *ỉwt* „kommen"[1]) bildet den Infinitiv (**2**, 2; **3**, 11; **8**, 4; **12**, 6). Das *t* bleibt auch im Subjunctiv[2]): *ỉwtn* „dass wir kommen" (**11**, 12; vgl. auch **11**, 16), *ỉwtpt* „dass der Himmel kommt" (**11**, 14). Aber nach der Conjunction *m ḫt* steht *ỉwf* (**11**, 26)[3]).

§ 57. § 57. Das Verbum, das koptisch als ⲉⲓ erhalten ist, und dessen genauer Lautwerth nicht sicher festzustellen ist, bildet die Formen:

2 sg. fem. *ỉỉt* (**12**, 16).

Pseudoparticip: 3 m. *ỉy* (**8**, 11), in den Formen mit Endungen *ỉỉ*— (**3**, 7; **8**, 12; **11**, 11; **12**, 24).

n-Form: *ỉỉnsn* (**11**, 10).

Unklar: *ỉỉ* (**12**, 7).

§ 58. § 58. Das alte Verbum *rdỉt*, kopt. ϯ, wird, wenn man von unklaren Stellen absieht, im Westcar folgendermassen behandelt[4]):

---

1) Im Neuaeg. (Gr. § 154) muss in gewissen Formen noch das *t* dieses Wortes erhalten geblieben sein.

2) Ebenso Mar. Cat. d'Ab. 618.

3) Ein Text des m. R. schreibt freilich gerade *m ḫt ỉwtf* (Ä. Z. 1882, 203).

4) Neuaeg. hat es meist das *r* verloren (Gr. § 153. 162), dagegen existirt noch die Form *dȝdȝỉ* (l. l. 161 Anm. 165.)

Activ: Infinitiv: *rdỉt* (**4,** 14; **5,** 12; **6,** 20 usw.).

Particip: *rdỉ* (**11,** 12).

Indicativ: *rdỉỉ* (**9,** 18) *rdỉf* (**11,** 25).

dỉỉ (**4,** 18).

Optativ: *dỉk* (**10,** 5) *dỉtn* (**11** 7. 15).

n-Form: *rdỉnf* (**2,** 19; **3,** 1; **10,** 7 u. o.).

ỉn-Form *rdỉỉnsn* (**11,** 13; **10,** 14. 22).

Substantivirte Form: *dꜣdỉ* (sic) *stn* (**7,** 21).

Passiva: Indicativ: *rdỉ pꜣ smn* (**8,** 18).

Unpersönlich *rdỉ* (**8,** 4).

Subjunctiv: *dỉtw* (**4,** 13. 14; **6,** 18. 20 usw.).

Wie man sieht, ist *dỉ* auf untergeordnete Formen wie Optativ und Subjunctiv beschränkt. Der eine Fall **4,** 18, wo es scheinbar absolut steht, ist vielleicht auch als Optativ zu erklären; „möge ich deiner Maj. erzählen" anstatt „ich werde deiner Maj. erzählen" könnte wohl eine Höflichkeitsphrase sein.

Dass *dꜣdỉ* in einem substantivirten Satz steht, entspricht dem alten Gebrauch, wie er z. B. in der bekannten Formel *dỉdỉt pt* „was der Himmel giebt" vorliegt.

e. Causativa. § 59.

§ 59. Die Causativform mit dem Praefix *s* wird mit Vorliebe von Adjectiven und wohl auch von Substantiven gebildet; so von

mnḫ „trefflich" (**11,** 23). *nḏm* „süss" (**7,** 12).

ꜥꜣ „gross" (**9,** 26). *wꜣḏ* „grün" (**9,** 26).

ḥꜣḫ „schnell" (**10,** 8. 15. 23).

[Hieroglyphen] *χnt* „Spitze“ (**7**, 24).

[Hieroglyphen] *ḏfꜣ* „Nahrung“ (**9**, 26).

§ 60. § 60. Seltener ist sie bei Verben, wo man lieber die Umschreibung mit [Hieroglyphen] *rdît* „veranlassen dass“ verwendet; sie findet sich gebildet von den Intransitiven:

[Hieroglyphen] *ḫr* „fallen“ (**8**, 25).

[Hieroglyphen] *mn* „bleiben“ (? **3**, 14).

[Hieroglyphen] *ꜥḥꜥ* „stehen“ (**8**, 2).

[Hieroglyphen] *wḏꜣ* „gesund sein“ (**10**, 4, 22; **11**, 2).

[Hieroglyphen] *spd* „bereitet sein“ (**2**, 8; **3**, 7; **7**, 9 u. o.)

und von dem Transitivum:

[Hieroglyphen] *mst* „gebären“ (**9**, 23; **10**, 5; **11**, 4).

§ 61. § 61. Über die Causativformen der gewöhnlichen zweiradicaligen Verben ist aus der einzigen in unserm Text vorkommenden Form (*sḫr ḏꜣḏꜣf* **8**, **25**) nichts zu ersehen[1]), dagegen bietet er für die Causativa der Verba IIae geminatae die interessanten Beispiele[2]):

Infinitiv [Hieroglyphen] *smsï* (**10**, 5).

Subjunctiv (?) [Hieroglyphen] *smsytn* (**9**, 23).

n-Form: [Hieroglyphen] *smsnsn* (**11**, 4).

---

1) Aus dem Kopt. ⲥⲙⲓⲛⲉ Causativ zu ⲙⲟⲩⲛ, ersieht man, dass die gewöhnlichen zweiradicaligen Verben ihr Causativ wie die Verba IIae geminatae vocalisiren. In der That heissen auch die Infinitive derselben stets *smnt* (zu *mn*), *sḫrt* (zu *ḫr*) und es finden sich geminirte Formen von ihnen wie *sḳddtṯn îm* „das worin ihr herumfahrt“ (Pyr. Unas 192, von *ḳd*).

2) Für die Causativa dieser Verba bietet das Kopt. kein Material.

§ 62. Von einem zweiradicaligen Stamm auf im Causativ bietet der Westcar den muthmasslichen Subjunctiv: § 62.

sʿȝysn (**9**, 26).

§ 63. Die Causativa, die unser Text von gewöhnlichen dreiradicaligen Stämmen bildet, lassen wieder nichts für ihre Bildungsweise Charakteristisches[1]) erkennen. Das Gleiche gilt für das Causativ von *spd*, einem der seltenen Verba IIIae geminatae; es lautet *sspd* im Indicativ (**3**, 8; **7**, 9) und Pseudoparticip (**11**, 20) des Passivs und *sspdtw* im Subjunctiv (**2**, 8; **3**, 7) desselben. § 63.

§ 64. Von dreiradicaligen Stämmen auf findet sich der Infinitiv *swḏȝ* (**10**, 14. 22; **11**, 2) und die Form *sḏfȝysn* (**9**, 26), die vielleicht Subjunctiv ist. § 64.

2. Das Subject des Verbums.

a. Das nominale Subject und die gewöhnlichen Suffixe.

§ 65. Von den beiden Arten der Conjugation, die im Altaegyptischen nachzuweisen sind, ist in unserem Text nur noch diejenige in lebendigem Gebrauch, bei der ein pronominales Subject durch die auch zum Ausdruck des Possessivverhältnisses dienenden Suffixe ausgedrückt wird, über die man die folgenden Paragraphen vergleiche. Ein nominales Subject steht in dieser Conjugation stets hinter dem Verbum, und zwar ohne lautliche feste Verbindung, da es eventuell durch ein Objectspronomen nach §. 301 von demselben getrennt werden kann. § 65.

Anm. Es finden sich mehrfach Spuren, die anzudeuten scheinen, dass das Verbum vor einem nominalen Subjecte zuweilen eine mit *w* bezeichnete Endung gehabt hat.

---

1) Aus Kopt. ⲥⲁⲁⲛϣ, ⲥⲟⲟⲩⲧⲛ, ⲥⲁϩⲟⲩ und ⲥⲁϩⲉ („aufrichten"), die nach den bekannten Lautgesetzen auf *soʿnĕẖ*, *sowdĕn*, *soḥwĕr* und *soʿḥĕʿ* zurückgehen, ersieht man, dass sie die Vocalisation der gewöhnlichen vierradicaligen Verben gehabt haben.

Vielleicht darf man in unserm Text die Formen *ḥ3w* (*3*, 2) *smnw* (*3*, 14) und *îrw* (*12*, 3; vgl. § 199) dazu rechnen[1]).

§ 66. **§ 66.** Die betreffenden Pronomina suffixa des Verbums sind:

1 sg. *î* **4,** 18 u. o., von einer Frau **12,** 13.

2 masc. *k* **3,** 3 u. o.

fem. *t* in **12,** 11. 14. 16. 21. **12,** 16.

3 masc. *f* passim.

fem. *s* **5,** 16. 17 u. o.; nur wenn die Stellung der Zeichen es erfordert, schreibt man —, z. B. **12,** 2 u. o.

1 pl. *n* **10,** 5; **11,** 12.

2 pl. *tn* **5,** 19.

3 pl. *sn* **5,** 15 u. o.[2]); nur wenn die Stellung der Zeichen es erfordert, schreibt man z. B. **3,** 9.

b. Die Endungen der Pseudoparticipien.

§ 67. § 67. Die andere Art der Conjugation, die mit dem semitischen Perfectum verwandt zu sein scheint, ist in unserm Text nur noch in den eigenthümlichen Formen der Pseudoparticipien erhalten, über die man § 77 und 253—256 vergleiche. Die Endungen derselben sind nach der Orthographie des Westcar:

Sing. 1 sg. *kwî*

2 m. *tî*

3 m. ohne äussere Endung.

1) Ebenso noch neuaeg., wenigstens in der Orthographie bei häufigen Verben, vgl. *îrw* (Gr. § 144, 2) *ddw* (l. l. 150b.) und *d3w* (l. l. 153). — Es ist zu beachten, dass kein sicherer Subjunctiv und Optativ unter diesen Formen ist.

2) Das Neuaeg. hat auch hier schon sehr oft sein Suffix *w*.

Sing. 3 f. [hieroglyphs] *tí*

Plur. 1 pl. [hieroglyphs] *wïn*

Anm. Vgl. über diese Formen meinen Aufsatz Ä. Z. XXVII, Heft 2.

c. Das Impersonale.

§ 68. Der unpersönliche Gebrauch eines Verbums ist bei den Passiv- § 68.
formen häufig, vgl. § 243; daneben dürften noch die Intransitiva *íw* „es ist" und *ḫpr* „es geschah", die nach § 233—237 zur Einleitung von Verben dienen, als Impersonalia aufzufassen sein.

Man könnte wohl auch denken, diese anscheinenden Impersonalia seien ursprünglich die 3. sg. masc. jener obengedachten, dem semitischen Perfectum analogen, alten Conjugation.

3. Die Genera des Verbums.

(Vgl. die Tabelle am Schluss dieses Buches)

§ 69. Das Koptische hat — vgl. Stern Koptische Grammatik § 348 — § 69.
in den Resten seines Verbums zwei Genera erhalten, die sich bei ihm in merkwürdiger Weise auf Infinitiv und Particip vertheilen. Das eine, Sterns „status absolutus", bezeichnet bei transitiven Verben das Activ, bei intransitiven das Eintreten des Zustandes; das andere, Sterns „Qualitativ", drückt bei transitiven Verben das Passiv, bei intransitiven das Andauern des Zustandes aus.

Dass dieses Verhältniss bereits in irgend einer Weise auch in unserer Periode bestanden hat, lehrt zunächst schon die eigenthümliche Behandlung der Intransitiva, über die man § 253 ff., 288 ff. vergleiche. Sodann aber lassen sich wenigstens bei einem Verbum unseres Textes auch beide Formen äusserlich unterscheiden; denn ganz dem ⲕⲙⲟⲙ „schwarz werden" ⲕⲏⲙ „schwarz seiend" entsprechend heisst *ḳbb* „kühl werden" und *ḳb* „kühl seiend" (vgl. § 47.)

Anm. Dies *ḳb* dürfte die 3 m. des Pseudoparticips (vgl. § 253ff.) sein, wie es denn überhaupt wahrscheinlich ist, dass das koptische Qualitativ auf die Pseudoparticipien zurückgeht.

§ 70. § 70. Aber diese vereinzelte Spur genügt nicht zur Orientirung, da die Sprache unseres Textes auch in dieser Beziehung augenscheinlich noch ungleich reicher ist als das Koptische. Wir müssen uns daher begnügen, die auf Grund ihrer Bedeutung oder Form auszuscheidenden Bildungen äusserlich zu ordnen und zu benennen, auf die Gefahr hin, dass wir dabei ihren wirklichen Zusammenhang verkennen. Die Paragraphenzahlen geben an, wo Beispiele für die aufgestellten Formen zu finden sind.

a. Beim transitiven Verbum.

§ 71. § 71. Das Activ der Transitiva hat äusserlich kein besonderes Kennzeichen. Es findet sich als

Grundform	Indicativ:	§ 202 ff.
	Relativform(?):	§ 206 ff.
	Subjunctiv:	§ 208 ff.
	Optativ:	§ 212 ff.
ỉn-Form:		§ 215 ff.
n-Form:		§ 220 ff.

§ 72. § 72. Das eigentliche Passiv hängt eine Endung *tw* an den Stamm. Es findet sich als

Grundform	Indicativ:	§ 245.
	Subjunctiv:	§ 246.
ỉn-Form:		§ 247.
n-Form:		§ 248.

entspricht also in seinem Bau dem Activ, mit dem es näher verwandt sein dürfte als die nächstfolgende Form[1]).

§ 73. § 73. Das endungslose Passiv zeigt keine Veränderung am Stamm[2]). Es kommt vor:

1) in der Grundform (vgl. § 249 ff.), die wie sich aus der Syntax

---

1) Vgl. Neuaeg. Gr. § 164; doch tritt hier wohl schon eine Verwirrung mit Formen auf *tỉ* und *t* ein.

2) Vgl. die Formen Neuaeg. Gr. § 159 ff. und die dazu gehörigen Participia § 162; auch hier herrscht anscheinend schon Verwirrung mit anderen Formen.

ergiebt, hier theils Indicativ (§ 249) ist, theils die *n*-Form vertritt (§ 250. 251), niemals aber Subjunctiv ist. Über einen vermuthlichen Optativ vgl. § 252.

2) In der dem semitischen Perfectum entsprechenden Flexion, jedoch nur noch als Pseudoparticip (vgl. § 254. 290).

b. Beim intransitiven Verbum.

§ 74. Das intransitive Verbum findet sich: § 74.

1) ganz wie das Activ der transitiven Verben gebraucht, also in

der Grundform { Indicativ: § 205. / Subjunctiv: § 209. / Optativ: § 212. 213.

der *ỉn*-Form, vgl. [hieroglyphs] *wʿrỉn ḫrd pn* „es kam dieses Kind" **10,** 9. 17. 19.

der *n*-Form: § 225.

2) in der dem semitischen Perfectum entsprechendem Flexion, jedoch nur noch als Pseudoparticip (vgl. § 254 ff. 290 ff.)

4. Die Tempora.

(Vgl. die Tabelle am Schluss dieses Buches.)

§ 75. Die gewöhnliche Conjugation zerfällt in drei Formen: § 75.

1) die Grundform, in der die Suffixe unmittelbar an den Stamm gehängt sind: [hieroglyphs] *sḏmf*, Passiv [hieroglyphs] *sḏmtwf*.

2) die Form, in der ein *n* an den Stamm gehängt ist: [hieroglyphs] *sḏmnf*, Passiv [hieroglyphs] *sḏmntwf*.

3) die Form, in der ein *ỉn* an den Stamm gehängt ist: [hieroglyphs] *sḏmỉnf*, Passiv [hieroglyphs] *sḏmỉntwf*.

§ 76. Das *n* und *ỉn* der beiden letzteren Formen ist eine fest am Stamme hängende Endung, die nie von diesem, wohl aber von dem Subject getrennt werden kann; vgl. z. B. § 76.

ṯtn sỉ msḥ „ein Krokodil packte sie" (**12,** 18. 26).

ỉwḥỉn sw Ḫnmw „Chnum belud sich" (**11,** 8).

rdỉỉn sỉ ỉst „Isis stellte sich" (**10,** 14. 22).

Anm. Das unrichtige ... für ... (§ 230 Anm.) ist als Fingerzeig für die Aussprache nicht zu übersehen. — Die Verba IIae geminatae (vgl. § 42 ff.) verdoppeln in der *n*-Form nie den zweiten Consonanten: *gmnf* (*6,* 9). Andere Formen siehe §§ 48. 57. 58. 61.

§ 77. § 77. Neben den hier aufgeführten Tempora besitzt unser Text noch die schon mehrerwähnten Reste eines veralteten Tempus in den Pseudoparticipien. Die Bildung derselben[1]), die mit den in § 67 aufgeführten Endungen geschieht, bringt in der Regel keine äusserliche Änderung des Stammes mit sich, vgl.

Sing. 1 sg. *rḫkwỉ* **8,** 14.

2 m. *rḫtỉ* **8,** 13; **9,** 1.

3 m. *rḫ* **7,** 4. 5. *ḥr* **5,** 17; **6,** 5. *gr* **5,** 18. *ʿḥʿ* **10,** 2. *sḏr* **7,** 15.

3 f. *grtỉ* 5, 20; **6,** 3. *ỉwrtỉ* **9,** 10. *ḫtmtỉ* **11,** 16. *ḥmstỉ* **12,** 20.

Plur. 1 pl. *rḫwỉn* **10,** 5.

§ 78. § 78. Zu bemerken ist, dass die Verba IIae geminatae beider Arten auch in dieser Form nicht den letzten Radical verdoppeln (vgl. *ḳb* **6,** 2 *ḥstỉ* **9,** 2 *šmtỉ* **12,** 23. 25) und dass das unregelmässige Verbum ⲉⲓ zwar

1) Die entsprechenden neuaeg. Formen, die z. Th. verwildert sind — besonders schreibt man *tw* für *tỉ* — siehe in den Beispielen Neuaeg. Gr. § 256—263.

1 sg. *ỉiwḳỉ* **3,** 7; **8,** 12,

3 fem. *ỉtỉ* **12,** 24,

1 pl. *ỉiwïn* **11,** 11,

aber in der 3 masc. *ỉy* **8,** 11 bildet.

5. Die Modi.

(Vgl. die Tabelle am Schluss dieses Buches.)

§ 79. Die Grundform erscheint bei den meisten Verben äusserlich § 79.
stets in der gleichen Gestalt, doch unterliegt es keinem Zweifel, dass sich hinter diesen gleichen Consonanten mehrere verschieden vocalisirte Formen verbergen. Noch das Koptische lässt Reste zweier Modi erkennen, eines Indicativs und eines Subjunctivs (vgl. Ä. Z. 1884 S. 28ff.) und bei gewissen Klassen der alten Verba kennzeichnen sich derartige Unterabtheilungen der Grundform ausnahmsweise auch durch kleine Veränderungen in den Consonanten. Vergleiche derartige Fälle §§ 40. 42. 43. 44. 45. 48. 56. 58. 61. 62. 64.

§ 80. Wir können für unsern Text sicher drei derartige Modi — § 80.
Indicativ, Subjunctiv und Optativ — nachweisen, doch sind durchaus nicht alle abweichenden Formen darin unterzubringen. Über die Relativformen, die vielleicht vom Indicativ zu trennen sind, vgl. § 206. 207.

§ 81. Über den activen Indicativ ist zu bemerken, dass nach § 42 § 81.
bei den Verbis IIae geminatae zuweilen der zweite Consonant verdoppelt wird und dass bei dem Verbum [Hieroglyphe] nach § 45 der Schlussconsonant bald ausgeschrieben wird und bald nicht. Vgl. auch § 65 Anm. über das Vorkommen einer Endung *w* bei nominalem Subject.

§ 82. Die sicher dem Subjunctiv zuzuweisenden Fälle des Activs und § 82.
Passivs — vgl. § 209. 246 — zeigen kein äusseres Kennzeichen; zu bemerken ist nur, dass die Verba IIae geminatae auch in dieser Form den zweiten Consonanten nicht verdoppeln, vgl. das Beispiel in § 209 sowie

§ 48. Ob die Formen auf , wie *irys* (**12**, 25), *smsytn* (**9**, 23) bei den genannten Verben und wie *sdfiysn* (**9**, 25) *sysn* (ib.) bei solchen auf *i*, ebenfalls als Subjunctive anzusehen sind (vgl. § 210. 211), bleibe dahin gestellt; zu den Resten des Subjunctivs im Koptischen würden sie gut passen[1]).

§ 83. § 83. Der Optativ der Verba IIae geminatae zeigt keine Verdoppelung, vgl. das *hs tw itfk* „es belohne dich dein Vater" (**7**, 24); bei dem Verbum *irt* wird wieder der Schlussconsonant, im Gegensatz zum Indicativ, nicht geschrieben: *irn* (**2**, 6). Von dem unregelmässigen Verbum *rdit* lautet er *dik* (**10**, 5; **11**, 7. 15). — Die merkwürdigen Formen mit vorgesetztem *i* scheinen nur nach der Interjection *hwi* vorzukommen (vgl. § 213); ganz abnorm erscheinen die von *int* „bringen" gebildeten Optative mit angehängtem *tw* (vgl. § 214.) — Über einen anscheinenden Optativ des endungslosen Passiv siehe § 252.

§ 84. § 84. Die *n*-Form und *in*-Form dürften keine weiteren Modalformen ausgebildet haben; sie fungiren stets als Indicative.

6. Der Imperativ.

§ 85. § 85. Der Imperativ, d. h. die befehlende Form, in der das Subject des Verbums nicht zum Ausdruck gelangt, liegt nur in folgenden Beispielen vor:

is (?) *in ni sw* „laufe, bringe ihn mir" (**8**, 9, ähnlich **4**, 23, sowie ohne *is* **2**, 21; **3**, 22; **4**, 6) zu einem Mann.

smwn msh pn „. . . . dies Krokodil" (**4**, 1) zu einem Mann.

---

1) Sicher Subjunctiv ist z. B. das *iryi* Saneha 238.

ʿpr nk bȝw „bemanne dir ein Schiff" (5, 2).

ẖn „rudere" (**6**, 6), zu einer Frau.

hȝ, ỉn ỉmf „steige herab, bringe davon" (**11**, 25), zu einer Frau.

wdȝ „tretet ein" (**10**, 6), zu vier Frauen.

Wie man sieht, sind die männliche und weibliche Form nicht geschieden; das Pluraldeterminativ bei der Pluralform deutet dagegen auf eine besondere Form[1]).

Anm. Der Imperativ *ỉmm* „gieb" kommt im Westcar nur in der § 349—352 besprochenen Umschreibung von Befehlen vor; anstatt seiner braucht man schon *ỉmm dȝtw*.

7. Das Particip.

§ 86. Das Particip des Activs gleicht äusserlich dem Stamme und § 86.
auch bei den Verbis IIae geminatae, wo die älteren Texte den zweiten Consonanten verdoppeln, schreibt unser Buch *ỉn* (**9**, 22) und (**6**, 5) (vgl. über diese Fälle § 335). Eine weibliche Form ist, wohl zufällig, im Westcar nicht zu belegen.

§ 87. Das Particip des endungslosen Passiv ist ebenfalls meist nicht § 87.
äusserlich zu erkennen, vgl. die Beispiele der §§. 259. 260 und nur wieder die Verba IIae geminatae mit ihrem *mry* (**7**, 24) und *ỉryt* (**4**, 11; **6**, 16) machen eine Ausnahme davon. Die weibliche Form scheint nur da vorzukommen, wo das Particip wie in dem letzten Beispiel substantivisch gebraucht ist.

---

1) Vgl. die pluralischen Imperative *dwȝ* und *snsn* in dem Gedicht Mar. Abyd. II, 25, 9. 10 sowie *dd* und *ỉn* in der Destr. des hommes (Z. 9. 17).

§ 88. § 88. Von dem Particip des intransitiven Verbums gilt das, was ich über das active Particip bemerkt habe; nur ist hier eine weibliche Form sicher nachweisbar, vgl. *ḫprt* (**1,** 18; **4,** 18; **6,** 15) *wnnt* (**12,** 6).

Anm. Man übersehe übrigens nicht, dass die passiven und intransitiven Formen der Participien im Sing. masc. meist nicht von der 3 m. sing. der Pseudoparticipien zu unterscheiden sind; das *ḥsḳ* „abgeschnitten" (*7*, 4; *8*, 13) kann man z. B. auf beide Weisen erklären.

8. Der Infinitiv.

§ 89. § 89. Der Infinitiv, der nur von activen und intransitiven Verben, nicht aber von den Passiven, vorkommt, hat theils männliche und theils weibliche Form, je nach der Klasse, der das Verb angehört. Die männlichen Infinitive haben z. Th. eine Endung \\ *ï*. Vgl. das Einzelne in den §§. 40—64.

Anm. Die von den Infinitiven gebildeten Plurale siehe § 271.

9. Substantivirte Verbalformen.

§ 90. § 90. Diese merkwürdigen Bildungen, die im Altaegyptischen so häufig sind, sind auch in unserm Papyrus noch vertreten. Sichere Beispiele sind die von der *n*-Form aus gebildeten:

sḏmtns „was sie gehört hatte" (**12,** 2).

ḏdtnf „was er sagte" (**8,** 25).

rḫtn ntïw swꜣ „was die Vorübergegangenen wussten" (**6,** 23)

während die bekannte Formel *wḏt nbt ḥnf* „was seine Majestät befahl" (**1,** 16 u. o.), allenfalls wohl auch anders erklärt werden könnte.

§ 91. Hierhin gehört vermuthlich auch die Verbalform in der Formel: § 91.
špss n dꜣdꜣ stn „das Vortrefflichste von dem, was der König giebt“ (**7,** 21), obgleich man *dꜣdꜣt* erwarten sollte[1]).

Anm. Über die Form *nisw* vgl. § 261. Ob das räthselhafte *12,* 4 auch hierher gehört, bleibe dahingestellt.

10. Das Verbaladjectiv.

§ 92. Das einzige vorkommende Beispiel dieser alten Bildung findet § 92.
sich in einer feierlichen Formel, bei der wohl absichtlich eine veraltete Form gewählt sein könnte:
stn ỉrtfỉ stnyt m tꜣ pn r ḏrf „ein König, welcher die Herrschaft führen wird in diesem ganzen Lande“ (**10,** 23. 21; **11,** 1).

---

1) Dass kein Fehler vorliegt, beweist das anderweitige Vorkommen derselben Formel: *špss n dꜣdꜣsn nk* „das Vortrefflichste von dem, was sie dir geben“ (Saneha 187.) — Und doch heisst es in der ganz analogen, bekannten Formel der Grabsteine stets korrekt *dꜣdꜣt pt* „was der Himmel giebt“.

Dritter Abschnitt.

Syntax.

I. Syntax der Redetheile.

A. Die Pronomina.

1. Das Pronomen personale.

§ 93. **§ 93. Die wenigen Fälle, in denen das Pronomen absolutum gebraucht wird, siehe in §. 199. 344. — Zum Ausdruck des sich auf mehrere Dinge beziehenden Pronomens (unseres „es") dient das Suff. 3 sg. fem.:**

ḫrs „dabei" 5, 7 *ḥrs* „desshalb" 9, 12

wenn es nicht nach § 15 durch den Pluralis *st* gegeben ist.

Anm. 1) Das Suff. 3 sg. m. scheint für „es" zu stehen in der Stelle *12,* 6 [1]).

Anm. 2) Wenn *9,* 14 *wꜥw ỉms* steht, wo man *wꜥw ỉmsn* „einer von ihnen" erwartet und wenn es *10,* 7 heisst „sie schlossen die Kammer" *ḥrs ḥnꜥs* anstatt *ḥrs ḥnꜥsn* „hinter ihr und sich", so sträubt sich unser Sprachgefühl dagegen, hier, wo es sich um Personen handelt, die 3 sg. fem. als einen ungenauen Ausdruck für die 3 plur. anzusehen [2]).

---

1) Im Neuaeg. scheint das männliche Suff. für „es" die Regel zu sein. Vgl. Gramm. § 18.

2) Trotzdem hat man kein Recht, *sn* zu verbessern, denn, wie mir Herr stud. Sethe nachgewiesen hat, bieten zwei Inschriften des a. R. ganz ähnlich: *ḥn-kꜣ nb ỉms* „ein jeder Totenpriester von ihnen" (Mar. Mast. 318) und *ỉr rmṯ nb, ꜥḳtisn . . . . wnnỉ wdꜥ mdt ḥnꜥs ḥrs* „alle Menschen, welche eintreten usw. . . . ich werde mit ihnen darüber rechten" (Mar. Mast. 342).

§ 94. Der Ausdruck für „selbst“ *ḏs* liegt als absolutes Pro- § 94.
nomen vor in

ḏsk irf Ḥrḏdꜣf sꜣi intwk ni sw „du selbst, Hardadaf, mein Sohn, bringe ihn mir“ (**7**, 8).

sowie, anscheinend als Subject, in der dunklen Stelle *ꜣn st ḏsi* „ich selbst betrete (?) sie“ (**9**, 16).

Zur Betonung eines Possessivsuffixes dient er in: *m hꜣwk ḏsk* „zu deiner eignen Zeit“ (**6**, 24).

Anm. Einen anderen Ausdruck für „eigen“ lernen wir vielleicht in *mri ḫnwi r sntïf* „ich will mein Gefäss bis auf seinen Grund“ d. h. mein eignes, kein anderes neues (*6*, 7), kennen. Doch könnte dies wohl auch ein Sprüchwort sein „ich will meinen Topf bis zu seinem Boden“, d. h. meine eigene Sache.

§ 95. Die Sprache hat keinen besonderen Ausdruck für das Reflexi- § 95.
vum geschaffen, sie benutzt die gewöhnlichen Pronomina unterschiedslos. So als Object in:

rdꜣn sï ꜣst ḫft-ḥrs „Isis stellte sich vor sie“ (**10**, 7. 14. 22; ähnlich **10**, 13. 20. 26) — Ähnlich *sw* **11**, 8, *st* **11**, 15.

dativisch in:

ttn ntn „nehmet euch“ **11**, 8 und oft ähnlich.

2. Die Demonstrativa.

§ 96. Das alte Demonstrativ *pꜣ*, aus dem sich der Artikel entwickelt § 96.
hat (vgl. § 106), wird noch ganz wie dieser geschrieben[1]) und ist daher

1) Später (vgl. Neuaeg. Gr. § 75 ff.) schreibt man es *pꜣï* (d. h. ⲡⲁⲓ), wobei das *i* wohl aus dem alten *ꜣ* entstanden ist; den Artikel, der seiner ständigen Tonlosigkeit wegen den zweiten Consonanten ganz verloren hat (ⲡ-), schreibt man dagegen *pꜣ*.

nur schwer sicher zu erkennen. Das Masculinum *pꜣ* begegnet **12,** 16 sowie **9,** 13 = **12,** 21 und den Sing. fem. *tꜣ* könnte man ebenfalls **12,** 22 finden. Der Pluralis liegt sicher vor in:

[?] *mỉ nꜣ ḏdnk* „wie das, was du gesagt hast“ (**6,** 1).

ptỉ nꜣ,- nttn ỉỉwỉn rs „was ist das, dass wir zu ihr gegangen sind?“ (**11,** 10).

Er ist also von dem Pluralartikel (*nꜣn* vgl. § 106) verschieden.

§ 97. § 97. Die Verbindung des Possessivsuffixes mit dem Demonstrativum, aus der sich der Posessivartikel entwickelt hat (vgl. § 36), liegt selbstständig[1]) gebraucht vor in: *ỉn nk pꜣyk* (**4,** 6) „nimm dir, was dein ist“ d. h. den Jüngling, den ich dir überlasse.

§ 98. § 98. Das alte Demonstrativ *pw* kommt, ausserhalb des Gebrauches in Nominalsätzen (§ 283—284[2]) und beim Verbum (§ 238 ff), nur in der Begrüssungsformel 7, 20; 8, 1 vor, wo *ỉmꜣḫy pw* „du Ehrwürdiger“ und *sꜣ stn pw* „du Königssohn“ wohl die Anrede bilden[3]).

§ 99. § 99. Das Demonstrativ *pwy* f. *twy* scheint nur noch in feierlicher Sprache gebräuchlich zu sein[4]), so in den Beschwörungen:

„sei nicht *wsr*“ *m rnk pwy* „in diesem deinen Namen *Wsrkꜣf*“ (**10,** 9. 16. 24).

ỉꜣt twy mnḫt „jenes treffliche Amt“ (i. e. das Königthum) (**9,** 11. 25).

---

1) So kommt sie noch Kopt. absolut als πωϥ, τωϥ, ⲛⲟⲩϥ vor; neuaeg. kenne ich kein Beispiel.

2) Das Neuaeg. braucht es auch in diesem Fall nicht mehr, da es es durch *pꜣï*, *tꜣï*, *nꜣï* ersetzt (N. Gr. §. 78); diese sind also die Urformen zu Kopt. πε, τε, ⲛε. Dass man πε, τε, ⲛε nicht auf das alte *pw* zurückführen darf, geht übrigens auch schon daraus hervor, dass dieses letztere als „Copula“ nur im Sing. masc. *pw* vorkommt, nie im Fem. oder Plur.

3) Ebenso steht *pw* in der Anrede „du Schlächter“ auf den Reliefs des a. R. (LD II, 66. Mar. Mast. 354 usw.) Vgl. auch Mar. Mast. 338. 339.

4) Das Neuaeg. hat es ganz verloren.

§ 100. Das gewöhnliche Demonstrativum[1]) ist *pn* f. *tn*, wozu das vorstehende *nn*, das auch absolut vorkommt (**12**, 9, für „diese Ereignisse"), als Plural fungirt. Es wird gebraucht bei der Hinweisung auf Dinge, die dem Sprechenden wirklich vorliegen, wie in *hrw pn* „der heutige Tag" (**7**, 4), *tꜣ pn* „Aegypten" (**9**, 11. 25; **10**, 13. 21; **11**, 1). § 100.

§ 101. Als vorliegend gelten sodann alle schon in einem Gespräche erwähnten Gegenstände, mag nun ihre Erwähnung eben erfolgt sein, wie in: § 101.

„lass 20 Frauen bringen und 20 Netze bringen und gieb *nn iꜣdt* diese Netze an *nn ḥmt* diese Frauen" (**5**, 12; ähnlich **9**, 27 und sonst)

oder schon vor längerer Zeit, wie in:

„er erzählte ihm *mdt tn* „diese Sache, die der Jüngling begangen hatte" (**4**, 4; die „Sache" ist zwei Seiten früher erzählt).

§ 102. Endlich weist es auch auf Dinge hin, die weder dem Sprechenden vorliegen, noch vorher schon erwähnt sind, deren Existenz sich aber aus dem Zusammenhang des bisher Gesagten dem Hörenden schon ergeben haben muss. So wird **10**, 7 ff. die Entbindung der Rd-ddt erzählt und das Neugeborne heisst dann **10**, 10 *ḥrd pn* „dieses Kind", da die erzählte Geburt ja schon gezeigt hat, dass ein Kind vorhanden ist (ähnlich **10**, 17. 24). Und ebenso heisst es **9**, 21 „einen von diesen Tagen" *nn hrw* sei es geschehen, das heisst an einem der Tage, an denen das bisher Erzählte gespielt haben muss. § 102.

Anm. *7*, 23 und *9*, 4 wird der Weise als *Ddì pn* bezeichnet, anscheinend ohne besondere Veranlassung. Es ist das eine Ausdrucksweise, die wir aus der alten Todtenliteratur ja zur Genüge kennen; sie hat gewiss etwas Feierliches.

---

1) Im Neuaeg. sind *pn*, *tn* und *nn* schon nur auf einige Formeln beschränkt. Man sieht der grosse Reichthum an Demonstrativformen in der ältesten Sprache (vgl. meine Pluralbildung § 59—62, nicht erschöpfend) ist allmählich immer mehr und mehr reducirt worden.

B. Das Nomen.

1. Geschlecht und Zahl.

§ 103. § 103. Das Femininum bezeichnet ausser dem natürlichen weiblichen Geschlecht ganz ebenso wie das Masculinum auch Gegenstände jeder Art und man kann höchstens sagen, dass ihm bei Abstracten und Collectiven der Vorzug vor dem männlichen Geschlecht gegeben wird.

§ 104. § 104. Eine Änderung des Geschlechts der älteren Sprache gegenüber findet sich nur bei *wsḫ*, das **8,** 5 sicher Masc. ist, während die alte Sprache es als Femininum *wsḫt* kennt (vgl. z. B. Inschr. des Z. 41. 43. 44. 46; Saneha 13[1]).

§ 105. § 105. Ein Vergessen der pluralischen Natur eines Wortes findet sich bei dem alten Plurale tantum *mw* „Wasser“, das in der Bedeutung „das Gewässer“ schon Singularis ist *pꜣ mw* (**6,** 11), während es sonst noch Pluralis ist (*nꜣn mw* **6,** 12; vgl. auch **6,** 9)[2].

2. Das bestimmte Substantiv.

§ 106. § 106. Der Artikel ist m. *pꜣ*
f. *tꜣ*
plur. *nꜣn* (**6,** 13; **7,** 7. 11; **11,** 12; **12,** 11)[3].

1) Als Masculinum findet es sich auch in Dyn. 18 (LD III, 10a mit männlichem Plural).

2) Derselbe Unterschied auch neuaegyptisch, vgl. d'Orb. *6*, 6; *7*, 9; *11*, 3 mit ib. *14*, 1.

3) Dass die Form *nꜣn* des pluralischen Artikels aus dem pluralischen Demonstrativ *nꜣ* und dem *n* des Genetivs besteht, wird durch die Prisse *2*, 3 vorkommende Possessivform *nꜣyf n ḫrdw* „seine Kinder“ belegt. Das Neuaegyptische hat dann (ebenso wie bei seinem unbestimmten Artikel) das *n* von *nꜣn* meist fortgelassen und schreibt schon häufiger *nꜣ* als *nꜣn* (vgl. Neuaeg. Gr. § 22); im Koptischen hat sich *nꜣn* nur im Boheirischen (und auch da nur vor Genetiven) als **nen** erhalten, vgl. Stern § 227.

Er wird gebraucht bei Worten, die bestimmte einzelne Individuen bezeichnen, die schon einmal erwähnt sind:

tꜣ špt „das (schon erwähnte) Gemach" (**2,** 8; **3,** 7)

oder deren Existenz als selbstverständlich und allbekannt gelten kann. So hat z. B. *pꜣys rmn* „ihre Reihe" (**5,** 18) den Artikel, denn obgleich noch nicht von der Reihe die Rede gewesen ist, so ist es doch für den aegyptischen Leser selbstverständlich, dass die Rudernden auf dem Schiffe in Reihen getheilt sind; die Erwähnung der rudernden Frauen enthält also implicite auch schon die Erwähnung der Reihen. Ebenso erklärt sich *tꜣ ꜥwt* „das Vieh" (des Königs) (**8,** 17), denn dass der König Vieh besitzt, ist selbstverständlich[1]).

Anm. Interessant ist der Gebrauch des Artikels bei einem Eigennamen: „wer ist denn das, *tꜣ Rdddt* die R." d. h. diese Frau, die du mir eben nennst (*9*, 9).

§ 107. Indess ist dieser Gebrauch des Artikels noch nicht durchge- § 107.
drungen, und es giebt noch eine sehr grosse Anzahl von Worten, die, auch wenn sie von bestimmten, schon erwähnten Individuen gebraucht sind, doch niemals einen Artikel erhalten.

Dahin gehören

a) die Namen der Körpertheile:[2])

ḫpꜣf „sein Nabel" **11,** 3.

ḥꜥsn „ihre Glieder" **5,** 10.

ꜥf „sein Arm" **8,** 2.

ib „das Herz" **5,** 3 (Indessen **9,** 13; **12,** 21: *pꜣ ib,* wohl mit besonderer Bedeutung).

1) Vgl. Neuaeg. Gr. § 22.

2) Vgl. Neuaeg. Gr. § 31. Theilweis hat sich dieses noch im Koptischen erhalten, vgl. Stern Gramm. § 196—198. 256.

§ 108. b) Manche Ausdrücke für Örtlichkeiten[1]):

š „der See“ **5**, 2; *šk* „dein See“ **5**, 5 — daneben aber auch schon mit dem Artikel **3**, 2. 7; **6**, 9. 13.

prf „sein Haus“ **4**, 4 — aber **11**, 19 mit dem Artikel.

sšw „die Vogeldickichte“ **5**, 5.

sḥt „die Sümpfe“ **5**, 6.

mryt „der Uferdamm“ **7**, 11; **8**, 2.

r šdw mḥti „an die nördliche Ecke“ **4**, 9.

r gbt ibti „an die östliche Ecke“ **8**, 18.

§ 109. c) Ausdrücke des Cultus, des Königthums und Aehnliches[2]):

wnt „das . . gebäude“ (des Gottes Thoth) **7**, 7.

rw-prw-tn „eure Tempel“ **9**, 25.

ḫwt-tn „eure Altäre“ **9**, 26.

ḥtpwtn nṯr „euer Opfergut“ **9**, 27.

ḥt nṯr „der Tempel“ **1**, 9.

ḥn n stn . . . ti „die Majestät des Königs“ **3**, 15.

ʿḥʿk „dein Palast“ **5**, 3.

nbi „mein Herr“ **8**, 8.

ḥnwtf „seine Herrin“ **6**, 10.

§ 110. d) verschiedene viel gebrauchte Worte[3]), so:

---

1) Vgl. Neuaeg. Gr. § 32.
2) Vgl. Neuaeg. Gr. § 34.
3) Vgl. Neuaeg. Gr. § 34.

ỉtfk „dein Vater“ **4,** 11. 18; *ỉtfỉ* „mein Vater“ **7,** 21 — aber *pꜣysn ỉtf* „ihr Vater“ **11,** 12.

snỉ „mein Bruder“ **6,** 1 — aber *pꜣys sn* „ihr Bruder“ **12,** 15. 20.

ḥnwỉ „mein Gefäss“ **6,** 7.

rnf „sein Name“ **7,** 1.

3. Das unbestimmte Substantiv.

§ 111. Als unbestimmt gelten und ohne Artikel bleiben: § 111.

1) Worte, die keine einzelnen Individuen, sondern eine Masse, eine Gattung bezeichnen, also Ausdrücke:

a) des Stoffs[1]): *ỉwf* „Fleisch“ **4,** 15.

n mfꜣkt „aus Malachit“ **5,** 11.

n mnḥ „aus Wachs“ **3,** 4. 13.

r mw „ins Wasser (werfen)“ **3,** 13; **5,** 17 — aber, wo von einem bestimmten Wasser die Rede ist, mit dem Artikel: *pꜣ mw* **6,** 11, *nꜣn mw* **6,** 13; ebenso *pꜣ ỉt* „das (bestimmte Quantum) Getreide“ **11,** 13. 17. 23.

b) der Zeit[2]): *m rk ỉtfk* „zur Zeit deines Vaters“ **4,** 11. 18. § 112.

m ḥꜣwk „zu deiner Zeit“ **6,** 24.

---

1) Vgl. Neuaeg. Gr. § 25.
2) ib. § 33.

§ 113. c) Worte mit dem Adjectiv „jeder“[1]: [hieroglyphs] *rʿ nb* „jede Sonne“ (d. h. täglich) **3,** 12.

[hieroglyphs] *nfrt nbt* „alle Schönen“ **5,** 3.

§ 114. d) beliebige Worte, die dem Zusammenhang nach nicht von einem einzelnen Individuum gebraucht sind[2]).

[hieroglyphs] *rdìnf ḫt ìms* „er legte Feuer an sie“ **4,** 10.

[hieroglyphs] *mḫt mšrw ḫpr* „nachdem es Abend geworden war“ **3,** 11.

§ 115. 2) Worte, die zwar einzelne, bestimmte Individuen bezeichnen, aber solche die dem Sprechenden zunächst noch als beliebige erscheinen, da sie von ihm noch nicht erwähnt worden sind:

[hieroglyphs] *ʿfdt* „ein Kasten“ **9,** 4 (von da an — **9,** 5 — mit dem Artikel).

[hieroglyphs] *smn* „eine Gans“ **8,** 18 (von da an — **8,** 18 — mit dem Artikel).

[hieroglyphs] *ʿḥʿw* „Schiffe“ **7,** 9.

§ 116. § 116. Ein solches indeterminirtes Wort kann anscheinend auch noch ein Possessivsuffix tragen, ohne dass es durch dieses, wie in der späteren Sprache, determinirt würde[3]). Denn das [hieroglyphs] *ʿbꜣts* (**11,** 19, wo es zuerst vorkommt) wird „eine Dienerin von ihr“ heissen sollen; von da an hat das Wort dann den Artikel (*tꜣ ʿbꜣt* **11,** 22. 26; **12,** 9. 10. 18).

1) ib. § 29.
2) ib. § 26.
3) Die spätere Sprache hat diese Fähigkeit verloren und greift zu Umschreibungen, wenn sie das Possessivverhältniss bei einem unbestimmten Nomen ausdrücken will. Vgl. Neuaeg. Gr. § 73 und für das Koptische, das einen andern Weg einschlägt, Stern § 299.

Ebenso erklärt sich wohl auch *spf n rḫ* „ein Gelehrsamkeitsbeispiel von ihm" (**1**, 16; **4**, 16; **6**, 21). Vgl. auch das artikellose *ḥbswsn* „ihre (beliebigen) Kleider" (**5**, 12).

§ 117. Den unbestimmten Artikel, den die in § 115 besprochenen Worte im Neuaegyptischen[1]) und Koptischen haben, gebraucht der Pap. Westcar erst ganz vereinzelt und wohl mit besonderer Nüance: § 117.

wꜥw n kꜣkꜣw „ein Schiff" (**8**, 3).

wꜥt nt šrtyt „eine Gefährtin" (?) (**6**, 3; ähnlich aber verderbt **5**, 15).

Man beachte, dass hier zweifellose Genetive vorliegen: „einer des Schiffes", „eine der Gefährtin".

4. Die Coordination.

§ 118. Die Coordination von Substantiven und nominal gebrauchten Infinitiven erfolgt in der Regel ohne Verknüpfung z. B.: § 118.

m tꜣ 1000, *ḥḳt ds* 100, *iwꜣ* 1 „mit 1000 Broten, 100 Krug Bier und einem Ochsen" (**9**, 20).

m bndt ḥnskytr (sic) „mit Brüsten und Locken" (**5**, 10).

n ist Nbtḥt Msḫnt Ḥḳt Ḫnmw „er sprach zu Isis, Nephthys, Msḫnt, Ḥḳt und Chnum" (**9**, 23).

sḫtf ḥfꜣꜣtf nfrw „seine schönen Felder und Ufer" (**5**, 6).

---

1) Vgl. Neuaeg. Gramm. § 23. Die Form *wꜥ n* (unveränderlich im Neuaeg.) ist also älter als *wꜥ*.

ḫrw ḥsï ḳmꜥ ḫbt wꜣg irwt nbt n stn „Reden (?), Singen, Spielen, Tanzen, Jauchzen (?) und alles, was man einem König thut“ (**12**, 1).

Eine Verknüpfung durch *ḥr* liegt wahrscheinlich vor in:

n hbnï ḥr wsmw „von Gold und Elektron“ (**2**, 22)[1])

und vielleicht in:

m dꜥ ḥr ḥyt „mit Sturm und Regen“ (**11**, 14).

Anm. 1. Wie man sieht, wird weder das den coordinirten Substantiven beigeordnete Adjectiv noch die sie regierende Praeposition wiederholt[2]). Die Ausnahme *m ḥd m ḫnt* (*5*, 4. 14) erklärt sich wohl durch den Gegensatz zwischen den beiden Worten[3]).

Anm. 2. Die Coordination durch *ḥnꜥ*[4]) kommt nur in der Anknüpfung von Infinitiven vor, die ein vorhergehendes Verbum finitum fortsetzen. Vgl. § 269.

5. Die Apposition.

§ 119. § 119. Die Apposition vollzieht sich in der gewöhnlichen Form, so dass das apponirte Nomen nachsteht z. B. *Rꜥ nb Sꜣḫbw* „*Rêꜥ der Herr von Sꜣḫbw*“ (**9**, 9 u. o). **Wie es mit der** Setzung des Artikels dabei gehalten wird, erlaubt unser Text nicht zu erkennen.

Anm. Titel stehen wie immer vor dem Eigennamen (*1*, 19 u. o.).

§ 120. § 120. Benutzt wird die Apposition auch bei den Maassangaben, wo das Quantum die Apposition zum Stoff bildet; hier steht nie der Artikel:

iwf wrï „Fleisch, ein Stück (?)“ (**1**, 15; **4**, 15).

---

1) Die Lesung bestätigt sich durch den Ausdruck *hbnï ḥr ꜣb* „Ebenholz mit Elfenbein“ (z. B. Düm. Flotte, Taf. 1). Koptisch ist dieser Gebrauch von ϩι derselbe geblieben, vgl. Stern Gr. § 552, 4.

2) Vgl. Neuaeg. Gr. § 55.

3) Vgl. Neuaeg. Gr. § 56.

4) Im Neuaeg. ist sie auch sonst schon häufig vgl. l. l. § 58.

snṯr pȝd 2 „Weihrauch, zwei Pd“ (**4**, 14 u. o.).

6. Der Genetiv.

a. ohne Verknüpfung.

§ 121. Der alte Genetivausdruck, bei dem das regierte Nomen unver- § 121
knüpft auf das regierende folgt, ist im Gebrauche beschränkt[1]). Er findet sich augenscheinlich besonders in häufigen Verbindungen, so bei den Verwandtschaftsausdrücken:

sȝ stn „Sohn des Königs“ **6**, 22; **9**, 19.

tȝ ḥmt Wbȝinr „die Frau des *Wbȝinr*“ **4**, 9.

ḥmt wʿb „eine Frau eines Priesters“ **5**, 9.

bei den Namen von Gebäuden:

pr sȝ stn „das Haus des Königssohns“ **9**, 19.

pr Rʿwsr „das Haus des *Rʿwsr*“ **10**, 2.

ẖnw ʿḥʿk „das Innere deines Palastes“ **5**, 3.

bei Titeln:

ʿn šʿt „der Schreiber des Buches“ **6**, 21.

ḥri pr „der Oberste des Hauses“ **2**, 7; **3**, 7.

nb Sȝḫbw „der Herr von S.“ **9**, 9. 10.

in alten Ausdrücken wie:

ḥtpwtn nṯr „euer Opfergut“ **9**, 27.

---

1) Im Neuaeg. ist sein Gebrauch anscheinend weiter (vgl. Neuaeg. Gr. § 36—38).

rk itfk „die Zeit deines Vaters" **1,** 18; **3,** 20; **4,** 11. 19.

und vielleicht da, wo das regierte Wort ein Infinitiv ist:

ist krs „ein Ort des Begrabens" **7,** 18 (ebenda noch zweimal ähnlich).

§ 122. § 122. Dass diese alte Construction z. Th. schon zu einer Art Wortzusammensetzung geworden war, wie sie noch koptisch sich in ϩⲟⲧⲙⲓⲥⲉ, u. ä. erhalten hat, lehrt das Beispiel *ḥmt wˁb pw n Rˁ* „es ist die Frau eines Priesters des *Rêˁ*"; hier gilt *ḥmt wˁb* als ein Wort, da die Partikel *pw*, die ja immer hinter dem ersten Worte steht, sonst auf *ḥmt* folgen müsste.

Steht der Artikel vor einem solchen Genetiv, so gehört er wohl zu dem ganzen Ausdruck: *tꜣ ḥt-nṯr* „das Gotteshaus" (9, 17)[1].

b. mit dem Exponenten *n*.

§ 123. § 123. In der Regel wird der Genetiv durch den Exponenten *n* ausgedrückt; das Masculinum *n* und das Femininum *nt* scheidet der Pap. Westcar noch stets[2]), die Pluralform aber ist ihm nicht mehr lebendig und er ersetzt sie durch z. B.:

dfꜣw n imꜣw šmswf „die Speisen seiner Diener" **7,** 22.

nꜣn mw n pꜣ š „die Wasser des Sees" **6,** 12.

sšw nfrw n šk „die schönen Sümpfe deines Sees" **5,** 6.

Eine Ausnahme macht er — vielleicht absichtlich, denn die Stelle enthält feierliche, gewichtige Reden — bei den Ausdrücken:

1) Ebenso Neuaeg. Gr. § 39.
2) Das Neuaeg. hat wie das Kopt. nur noch *n* (Neuaeg. Gr. § 44).

mw nw mḥ 4 „ein Wasser von 4 Ellen" **9,** 18.

ṯsw nw ḥꜣḥꜣ „die . . . . des Kanals" **9,** 16. 18.

Anm. Nur einmal steht auch schon für das Fem. : „die Kinder, welche *m ḫt n R.* im Leibe der R. sind" (*9,* 7).

§ 124. Der Genetiv mit *n* bezeichnet: § 124.

1) den Besitzer: *tꜣ ḥt-nṯr nt Rꜥ* „das Gotteshaus des *Rêꜥ*" **9,** 17.

nfrt nbt nt ḫnw ꜥḥꜥḳ „alle Schönen des Innern deines Palastes" **5,** 3.

2) das Ganze, zu dem ein Theil gehört: § 125.

rmn n mw „eine Seite des Wassers" **6,** 9.

3) den Stoff[1]): § 126.

kniw n hbnï „die Tragbahre von Ebenholz" **7,** 12.

msḥ n mnḥ „ein Krokodil aus Wachs" **3,** 5.

spf n rḫ „sein Beispiel des Wissens" **6,** 21.

4) das Maass: § 127.

msḥ n mḥ 7 „ein Krokodil von 7 Ellen" **3,** 13.

nḏs n rnpt 110 „ein Bürger von 110 Jahren" **7,** 2.

---

1) Vgl. Neuaeg. Gr. § 42d.

wʿb n hrw 14 „eine Reinigung von 14 Tagen“ **11**, 18.

§ 128. 5) eine nähere Bestimmung anderer Art, vgl:

ntʿf nt rʿ nb „seine tägliche Sitte“ **3**, 3. 11.

nfrt nt ḥʿsn „die an ihrem Leibe Schönen“ **5**, 10[1]).

und sogar: *rnk pwy n Sꜣḥrʿ* „dieser dein Name *Sꜣḥrʿ*“ **10**, 17; vgl. **10**, 9. 24.

§ 129. § 129. Die beiden Substantiva dieses Genetivs können durch ein Adjectiv oder ein anderes Wort getrennt werden:

gbꜣ ibti n wꜣḫi „die östliche Ecke der Halle“ **8**, 20.

Beide können ad libitum einen Artikel oder ein Possessivsuffix haben[2]).

7. Das absolute Nomen im Temporalausdruck.

§ 130. § 130. Der absolute Gebrauch eines Substantivs zum Ausdruck der Zeitbestimmung[3]) findet sich nur in der einen Stelle:

wʿw m nn hrw ḫpr „einen von diesen Tagen geschah es“ (**9**, 21),

wo das *wʿw m nn hrw* hervorgehoben am Anfang steht und so wie sonst Jahres- und Monatsdaten gebraucht ist.

Anm. Sonst wird stets die Praeposition *m* beim Ausdruck der Zeitbestimmung verwendet, vgl. § 152.

---

1) Vgl. ein ganz analoges Beispiel Neuaeg. Gr. § 42d.
2) Ebenso neuaeg. vgl. l. l. § 40. 41.
3) Ähnlich noch neuaeg. in Tagesangaben vgl. Gr. § 96.

8. Das Adjectiv.

§ 131. Das attributive Adjectiv richtet sich noch in Zahl und Ge- § 131.
schlecht nach seinem Substantiv z. B.

ḥrw nfr „ein guter Tag“ (**3**, 10; **6**, 13).

sḫt bỉnt „ein schlechter Schlag“ (**12**, 17. 25).

tꜣ ꜥwt špst „die treffliche Heerde“ (**8**, 17).

sšw nfrw „schöne Sümpfe“ (**5**, 5).

Nur die Stelle *sḫtf ḫfꜣtf nfrw* „seine schönen Felder und Ufer“ (**5**, 6) macht schon eine Ausnahme, wenn anders kein Fehler vorliegt¹).

Anm. Bei dem Adjectivum unterscheidet der Westcar noch richtig Masc. und Fem.²) (vgl. *3*, 3. 9. mit *12*, 2. 21).

§ 132. Über den Gebrauch des Adjectivs in Nominalsätzen vgl. § 282; § 132.
eine Benutzung als Substantiv³) findet sich besonders bei denen auf \\ (siehe oben § 38) aber auch sonst:

„20 Mädchen *m nfrt nt ḥꜥsn* von den an ihrem Leibe Schönen“ (**5**, 10).

Anm. Bemerkenswerth ist die auch in anderen Texten⁴) häufige Art, mit Hilfe des Wortes *bw* „Ort“ ein Adjectiv zu substantiviren. Vgl. *bw nb nfr* (*3*, 9; *6*, 15; *11*, 20) „alles Gute“ d. h. alle guten Dinge.

---

1) Im Neuaeg. ist der Gebrauch des männlichen Pluralis des Adjectivs bei weiblichen Pluralen ebenfalls zu belegen, vgl. Neuaeg. Gr. § 66b.

2) Der Pluralis von *nb* scheint am frühesten verloren zu sein, da er meines Wissens nur in alterthümlichen Texten vorkommt. Das Neuaeg. (Gr. § 67) hat augenscheinlich nur noch das Femininum bewahrt.

3) Vgl. l. l. § 68.

4) z. B. Saneha 75.



9. Das Zahlwort.

§ 133. **§ 133. Das Zahlwort tritt ausnahmslos hinter das Substantiv[1]), welches in der Regel im Pluralis steht:**

hrdw 3 „3 Kinder" **9,** 7. 10; **11,** 3 u. a.

stnyw 3 „3 Könige" **12,** 11.

wsrw 20 „20 Ruder" **5,** 8.

st-hmt 20 „20 Frauen" **5,** 11.

§ 134. **§ 134. Im Singularis bleibt das Substantiv:**

1) bei dem Zahlwort 2[2]):

„zwei Schiffe" **8,** 4.

2) in Maass- und und Zeitangaben[3]):

hkt ds 100 „100 Krug Bier" **1,** 13.

m mh 12 „von 12 Ellen" **6,** 11.

rnpt 110 „110 Jahr" **7,** 2.

hrw 14 „14 Tage" **11,** 18 — aber auch *hrw* 7 „7 Tage" **3,** 15. 17.

§ 135. § 135. Der aus Substantiv und Zahlwort bestehende Ausdruck wird als ein Ganzes, das den Artikel erhalten kann, und zwar merkwürdiger Weise als ein Singularis behandelt[4]):

---

1) Also noch ganz anders als im Neuaeg., vgl. N. Gr. § 85.

2) Bei diesem hat sich die Stellung und der Singularis auch in der späteren Sprache erhalten (N. Gr. § 86; Stern, K. Gr. § 282).

3) So auch noch neuaeg. (N. Gr. § 87).

4) Vgl. N. Gr. § 83 bei dem Zahlwort 2. Bei den anderen Zahlworten des Neuaeg. und Kopt., die vor ihrem Substantiv stehen, erklärt sich der singularische Artikel anders, da er zum Zahlwort selbst gehört.

pꜣ hrw 7 „die 7 Tage“ **3,** 17.

pꜣ ḫrdw 3 *ntï* „die 3 Kinder, welche“ **9,** 7; **11,** 3.

Indess gilt dieses Ganze doch andererseits dem Sinne nach als ein Pluralis.

§ 136. *wꜥw* „einer“ wird auch selbstständig gebraucht[1]) vgl. § 136.

wꜥw ïms „einer (d. h. ein Mann) davon“ (**9,** 14; ähnlich **9,** 21)

„er legte eine Seite der Wasser *ḥr wꜥwsn* auf ihre eine“ (d. h. auf die andere) **6,** 9

„es gelangte *wꜥw r wꜥw* das eine zum einen“ (d. h. zum andern; **8,** 22).

Wie man sieht, vertritt ein solches doppeltes *wꜥw* unser „der eine . . der andere“[2].)

Anm. 1) Hieraus erklärt sich der in § 117 erwähnte Gebrauch von *wꜥw n* „einer von“, *wꜥt nt* „eine von“ zum Ausdruck des unbestimmten Substantivs.

Anm. 2) *ky* „der andere“ steht dagegen unverknüpft vor seinem Substantiv[3]): *ky ḫtm* „ein anderer Verschluss“ *12,* 5.

C. Die Partikeln.

1. Die Adverbia.

§ 137. Die Zahl der adverbiell gebrauchten Worte ist eine sehr § 137. geringe, wenn man von Verbindungen wie *m mïtt*, *m ḥtp*, *ḥr ꜥwï* absieht; was unser Text Sicheres bietet, sind einige von Praepositionen hergeleitete Ortsadverbien.

1) Vgl. N. Gr. § 91.
2) Ebenso N. Gr. § 93.
3) Ebenso N. Gr. § 65 Anm. 2; Stern, K. Gr. § 271.

§ 138. § 138. Das Wörtchen *ỉm* „dort", „von dort", „nach dort" findet sich in vier Relativsätzen, die sich an *bw* „der Ort" anschliessen[1]):

bw ntỉ ỉm „der Ort, wo sie sind" (**9**, 4; ähnlich **12**, 3)

bw šmnf ỉm „der Ort, wohin er ging" (**4**, 7)

bw ỉỉnsn ỉm „der Ort, von wo sie kamen" (**11**, 10).

Sonst ist es selten (**9**, 4 und **2**, 9; aber in der Parallelstelle **2**, 6 *ỉms*), man gebraucht lieber die Praeposition mit einem Suffix.

§ 139. § 139. *m bꜣḥ* ist als Adverb gebraucht in der Stelle[2]):

„König *Nbkꜣ* kam . . . . *rdꜣn sw ḫrḥb ḥrỉdꜣdꜣ Wbꜣỉnr m bꜣḥ* und *Wbꜣỉnr* stellte sich vor" (d. h. vor den König **3**, 19).

§ 140. § 140. Ganz wie wir im Deutschen Adverbia wie „daran", „davon" einem Substantiv anfügen, statt demselben ein entsprechendes Adjectiv beizuordnen, so braucht man aegyptisch das zum unveränderlichen Adverb gewordene alte Adjectiv *ỉrỉ*:

wsrw 20 „20 Ruder aus Ebenholz, *ḥmꜥt ỉrỉ* die Schaufeln(?) daran aus *Sḳb*holz" (**5**, 8)

„er suchte die um sich *mỉtt ỉrỉ* ein Ebenbild davon zu machen" (**7**, 8).

„Nimm von dem Korn der Frauen, denn *Rꜥwsr* wird ihnen *dbꜣ ỉrỉ* Ersatz dafür geben" (**11**, 26) — Ähnlich **8**, 17; **9**, 3.

1) Auch Neuaeg. nur, wo es nicht auf ein bestimmtes Nomen geht (Gr. § 95).
2) Ganz ähnlich ist die Praeposition *ḥnꜥ* „mit" als Adverb gebraucht: N. Gr. § 95, 3.

§ 141. Eben hierher gehört auch das seltnere *nsn ỉmy* das unser Text in [hieroglyphs] *wr nsn ỉmy* „der grösste davon" (von den 3 Kindern) (**9,** 12) bietet. § 141.

2. Die Praepositionen.

a. Einfache Praepositionen.

§ 142. Die alten einfachen Praepositionen sind noch in der Herrschaft, an zusammengesetzten kommen nur die auch in der älteren Sprache schon gebräuchlichen vor. § 142.

§ 143. Das dativische *n* schreibt der Westcar vor einem Nomen stets [hieroglyph], während er es vor Suffixen einfach — schreibt. Vermuthlich scheiden sich die beiden Formen schon so wie im Koptischen, vor dem Nomen wird die Praeposition *ʿn* lauten, vor dem Suffix *na-*. § 143.

Anm. Wie die andern beiden Handschriften [1]), die diesen Gebrauch haben, hat auch der Westcar zuweilen ein [hieroglyph], das den Punkt verdiente, unpunktirt gelassen; aus kalligraphischen Gründen, wo er es über ein [hieroglyph] gezwängt hat (*2,* 19; *3,* 6; *11,* 12), aus Nachlässigkeit an andern Stellen (*4,* 6 [ib. *6,* 20 richtig]; *7,* 9. 22; *11,* 10; *12,* 3. 9). Dagegen kommt, und das ist bezeichnend, nie ein [hieroglyph] vor dem Suffix vor.

§ 144. Die gewöhnliche Bedeutung des *n* [2]) ist die dativische in den Begriffen: § 144.

1) etwas geschieht zum Nutzen oder Schaden jemandes:

„um [hieroglyphs] *nf* sich ein Gleiches zu machen [hieroglyphs] *n ỉsḫwtf* für sein Grab" (**7,** 8)

„ohne ein Wunder zu thun [hieroglyphs] *n nśn ḫrdw* für diese Kinder" (d. h. zu ihrer Beglaubigung als Könige) (**11,** 11)

1) Pap. Ebers (passim) und der Londoner mathemat. Papyrus (z. B. 39, 2. 40, 1. 2 u. s. w.) Das ähnliche Zeichen in dem Pap. 3047 der Berliner Sammlung (vgl. Ä. Z. 1879 S. 71), das für die Silbe *ỉn* steht, ist nur eine graphische Verstümmelung von [hieroglyph].

2) Im Neuaeg. (Gr. § 99) scheint der Gebrauch weiter zu sein.

„ich machte (d. h. versetzte) [hieroglyphs] *ns* ihr einen bösen Schlag" (**12**, 25; in der Parallelstelle anscheinend [hieroglyphs] *rs*)
„um sich [hieroglyphs] *ns* etwas Wasser zu schöpfen" (**12**, 26)
„es sind dir [hieroglyphs] *nk* drei Kinder geboren" (**11**, 5).

Anm. Hierher gehört auch der Gebrauch von *nk* „dir" nach Imperativen, der uns zuweilen pleonastisch erscheint:

[hieroglyphs] *m3 nk t3 bỉyt* „sieh dir das Wunder an" (*3*, 20).

[hieroglyphs] *ʿpr nk b3w* „bemanne dir ein Boot mit Mädchen" (*5*, 2).

[hieroglyphs] *ỉn nk* „bringe" (*3*, 22) „hole fort" (*4*, 6).

§ 145. 2) Etwas wird an jemand gegeben oder gebracht:

[hieroglyphs] *dỉtn* „gebt diese Netze [hieroglyphs] *n nn ḥmt* an diese Weiber" (**5**, 12)

„er veranlasste [hieroglyphs] *ỉntw nf k3* dass ihm ein Ochse gebracht wurde" (**8**, 24)

[hieroglyphs] *ʿḥʿn fwn nf s3 stn ʿwỉfi* „der Königssohn streckte ihm die Arme entgegen" (**8**, 1)

[hieroglyphs] *sbf tw*, „er möge dich leiten durch ein schönes Leben [hieroglyphs] (sic.) *n ỉtfwk* zu deinen Vätern in der Unterwelt" (**7**, 22).

§ 146. 3) Etwas wird an jemand gemeldet:

[hieroglyphs] *ʿḥʿn ḏdn ḥnf n p3 msḥ* „der König sagte zu dem Krokodil" (**4**, 5)

[hieroglyphs] *ḏdnf nf* „er sagte zu ihm" (**3**, 1)

[hieroglyphs] *r smỉt n ḥn n stnỉ . . ti Ḫfw* „um es der Majestät des Chufu zu melden" (**8**, 7)

ˁḥˁn hꜣbn tꜣ ḥmt n pꜣ ḥrï-pr „die Frau sandte an den Hausobersten“ (**3**, 6).

4) Ein ganz anderer Gebrauch des *n* liegt vor: § 147.

a) vor dem Infinitiv vgl. § 267.

b) in dem Ausdruck: „sie blieben stehen (?) *n hrw* 7 während (?) 7 Tagen“ (**3**, 15; es heisst nachher: „nachdem nun die 7 Tage um waren“).

§ 148. *m* die wichtigste aller Praepositionen[1]) lautet vor Suffixen *ím*-: § 148.
(8, 5), (**3**, 8). Die Grundbedeutung ist die lokale „innen“, ohne Nebenbegriff der Richtung.

1) Die lokale Bedeutung liegt vor in Fällen wie § 149.

a) „befindlich in etwas“:

„sie werden herrschen *m tꜣ pn r ḏrf* „in diesem ganzen Lande“ (**9**, 11 u. o.)

„die Leute, welche waren *m pꜣ pr* in dem Hause“ (**12**, 11)

„er fuhr *m wsḫ* im Schiffe des Prinzen“ (**8**, 5)

„das kleine Krokodil war *m dtf* in seiner Hand“ (**4**, 2).

b) „hinein in etwas“: § 150.

„sie legte die Diademe *m pꜣ ít* in die Gerste“ (**11**, 13)

„sie legten die Gerste *m ˁt* in ein Zimmer“ (**11**, 17).

1) Vgl. Neuaeg. Gr. § 97. Der Gebrauch im Neuaeg. deckt sich wesentlich noch mit dem des Westcar, nur dass man es neuaeg. wohl nicht mehr zur Bezeichnung des Stoffes benutzt, den man durch *n* ausdrückt (l. l. § 42d). Ebenso steht *n* auch schon zuweilen für den Theil (l. l. § 99e) und das Werkzeug (l. l. § 99d).

Anm.: „hin an etwas" scheint es ausnahmsweise zu bedeuten in dem Satze *ꜥḥꜥn rdi͗nf ḫt i͗ms* „er legte Feuer an sie" (*4*, 10). Der Ausdruck kommt auch sonst vor z. B. LD II, 136h 14.

§ 151. c) „her von":

„Rꜥwsr kam *m i͗i͗ m śḫ* als (?) ein vom Felde kommender (?)" (**12**, 7).

§ 152. 2) Von der Zeit wird es gebraucht in Fällen wie

„ein Wunder geschehen *m rk i͗tfk* zur Zeit deines Vaters" (**6**, 16)

„sie wird gebären *m i͗bd 1 prt hrw 15* am 15. Tage des ersten Protmonats" (**9**, 15).

§ 153. 3) Es bezeichnet den Theil einer Zahl oder Menge:

„ein Wunder *m i͗ryt ḫrḥb* von denen die von dem Herheb gethan sind" (**6**, 16)

wꜥw m nn hrw „einer von diesen Tagen" (**9**, 21)

i͗n i͗mf „bringe (etwas) von ihm" (dem Getreide) (**11**, 25)

§ 154. 4) und im Anschluss daran dann auch den Stoff:

nḫbt ꜥtf m nb „das . . . . seiner Glieder war aus Gold" (**10**, 11)

„gelegt auf *i͗fdi͗ m ḏbꜣt* einen . . . . . . aus Ziegel" (**7**, 13).

§ 155. 5) Es bezeichnet die Art und Weise, in der etwas geschieht:

m ḥtp m ḥtp „in Frieden, in Frieden" (scil. komme) (**7**, 23)

„er that *m mỉtt* in gleicher Weise“ (**8,** 22)

„er sagte es *m ḥkꜣ* als Zauber“ (**6,** 8).

6) Daran schliesst sich der Gebrauch von *m* nach den Verben „sein, machen, werden“: § 156.

ỉwf m nḏs n rnpt 110 „er ist ein Bürger von 110 Jahren“ (**7,** 1)

ỉwf m mḥ 12 „das Wasser war 12 Ellen“ (tief) (**6,** 11)

„er wurde geboren *m ẖrd n mḥ* 1 als ein Kind von einer Elle“ (**10,** 8)

„sie machten ihre Gestalten *m ẖnyt* zu Tänzerinnen“ (**10,** 1).

7) Ferner dient *m* zum Ausdruck des „ausgerüstet sein mit etwas“, wie in: § 157.

„ich bin gekommen *m wpwt nt ỉtfỉ* mit einer Botschaft meines Vaters“ (**7,** 20)

„20 Frauen, von denen mit schönem Leib *m bndt ḥnskytr* mit Brüsten und Locken“ (**5,** 10)

„das Haus ist ausgerüstet *m bw nb nfr* mit allem Guten“ (**6,** 15).

ỉwrtỉ m ẖrdw 3 „schwanger mit 3 Kindern“ (**9,** 10)

und im Anschluss daran drückt es wohl auch das „entleeren von etwas“ aus:

smsnsn Rdddt m pꜣ ẖrdw 3 „sie entbanden die R. von den 3 Kindern“ (**11,** 4; ähnlich **9,** 24)

šw m ḫ3t „leer von . . . . " (7, 19).

Anm. Hierzu kann man vielleicht auch den Gebrauch von *mḥ* „fassen" mit *m*, den unser Text (*3*, 14) mit allen andern theilt, stellen.

§ 158. 8) Der Gebrauch von *m* zur Bezeichnung des Werkzeugs ist im Westcar abgesehen vom Infinitiv durch kein sicheres Beispiel zu belegen; am nächsten liegt eine solche Annahme noch für *istnw m dḥr* „mit Leder umwickelt" (?) (**12**, 5), obgleich auch hier andere Auffassungen möglich sind.

Anm. Über *m* mit dem Infinitiv vgl. § 268.

§ 159. **§ 159.** Die Praeposition *r* (mit Suff.) hat ursprünglich wohl nur die lokale Bedeutung „an etwas" ohne Nebenbegriff der Richtung. Doch ist es gerade der Begriff der Richtung, der in dem Sprachgebrauch der herrschende geworden ist[1]).

§ 160. 1) Um ein Hingelangen „an etwas heran" handelt es sich noch in Beispielen wie:

„sie legte ihre Schläfe *r pt ḥr* an den Kasten" (?) (um zu horchen **12**, 4)

„sie gelangten zu dem Hause des Rᶜwsr" (**10**, 2 und fanden ihn vor der Thüre stehen)

„sein Kopf wurde fallen gemacht *r t3* auf die Erde" (**8**, **25**).

Anm. Die Bedeutung des Hinstrebens bis zum Äussersten (bis hin zu) hat es in den Ausdrücken *t3 pn r drf* (*9*, 11 u. o.) und *ḥnwt r sntšf* (*6*, 7).

§ 161. 2) Seltner handelt es sich um ein Gelangen „in etwas hinein", so sicher in:

---

1) Neuaeg. scheint der Gebrauch im Wesentlichen noch der gleiche zu sein.

[hieroglyphs] *rdἰns st r ꜥt* „sie legte es in ein Haus" (**12,** 6; in der Parallelstelle **11,** 17 steht das gewiss korrektere *m*).

3) Es wird ferner gebraucht vom rufen, reden „zu" jemand. § 162.
So heisst es [hieroglyphs] „jemanden rufen" (**7,** 20; **8,** 12, eigentlich wohl „ihm zurufen"[1]) und sogar einmal [hieroglyphs] *ἰw ḏdnf rs* „er hat zu ihr gesagt" (**9,** 10); in dem letzteren Beispiel scheint [hieroglyph] ein feierliches Reden ausdrücken zu sollen, während das sonst übliche [hieroglyph] *ns* von gewöhnlicher Unterhaltung steht.

4) Es steht ähnlich wie [hieroglyph] *n* mit der Bedeutung „jemandem § 163.
etwas anthun", jedoch wohl immer mit der Nebenbedeutung des Schädlichen, Feindlichen, während [hieroglyph] auch die des Nützlichen, Freundlichen hat:

„man brachte einen *ḥt-ꜥ*-vogel [hieroglyphs] *ἰrntw rf m mἰtt* und man that ihm ebenso" (**8,** 24; [hieroglyph] steht **8,** 17),

[hieroglyphs] *ἰrnf rs sḫt* „er versetzte ihr einen Schlag (**12,** 17; [hieroglyph] steht **12,** 25).

Ebenso **7,** 25: *šnt ἰḫt r*, aber **12,** 9: *šnt ἰḫt n*.

5) Die Bedeutung des Übergewichts hat [hieroglyph] besonders nach Ad- § 164.
jectiven:

[hieroglyphs] „schön über alles" **12,** 8

[hieroglyphs] „schlecht über alles" **12,** 21.

Anm. 1. Über [hieroglyph] mit dem Infinitiv vgl. § 265. Den Begriff des Zweckes, den es dabei hat, hat es in der Stelle *11,* 8 vielleicht auch vor einem Nomen; oder ist *swnt* hier Verbum?

Anm. 2. Temporal „bis zu" bedeutet *r* vielleicht in der Stelle *7,* 18.

1) Die Praeposition [hieroglyph] *ḥr*, mit Suff. [hieroglyphs] *ḥrf*, bedeutet[2]) in erster § 165.
Linie „befindlich auf":

---

1) Ebenso auch „Destruction des hommes" Z. 3. 56.

2) Neuaeg. ähnlich (Gr. § 101).

„das Schmuckstück lag *ḥr pꜣḳyt* auf einer Scherbe" (**6**, 10)

„ihr Kopf (ruhte) *ḥr mꜣḏsts* auf ihrem Schooss" (**12**, 20).

Anm. Der Ausdruck *ḫtmns ḥrf* für „sie schloss hinter ihm zu" (*12*, 6; ähnlich *10*, 7) setzt anscheinend die Anschauung voraus, dass der Verschluss auf dem Verschlossenen liegt. Aber wie ist damit zusammenzubringen: „das Korn ist im Haus *ḥr ḫtmsn* unter (eigentl. auf) ihrem Siegel" (*11*, 24)?

§ 166. 2) Seltner bezeichnet es die Richtung auf etwas hin:

„er legte eine Seite der Wasser *ḥr wᶜwsn* auf ihre andere" (**6**, 9; ähnlich **6**, 13 mit ⬭)

„das Schmuckstück fiel *ḥr mw* ins (eig. aufs) Wasser" (**5**, 17. 22; **6**, 3 — aber **3**, 13 ähnlich mit ⬭),

und merkwürdiger Weise auch die Richtung an etwas vorbei in dem auch sonst oft vorkommenden Ausdruck *swꜣ ḥr* „vorübergehen bei" (**12**, 9).

§ 167. 3) Eine Übertragung auf das abstracte Gebiet liegt in dem Gebrauch von zur Angabe des Grundes vor:

„bist du traurig *ḥr pꜣ ḫrdw* 3 wegen der 3 Kinder?" (**9**, 13)

„der König war traurig deshalb" (**9**, 12).

Ähnlich **6**, 5; **11**, 22; **12**, 22.

§ 168. 4) Über den Gebrauch mit dem Infinitiv siehe § 266. Die Gleichzeitigkeit, die dieser ausdrückt, findet sich anscheinend auch beim Nomen in der Redensart:

„sie sassen (resp. waren, verbrachten die Zeit) *ḥr hrw nfr*, indem sie einen Festtag feierten" (**3**, 9; **6**, 13; **12**, 8).

Über den Gebrauch von *ḥr* zur Coordination von Substantiven vgl. § 118.

§ 169. *ḫr*. Die Bedeutung „unter" ist im Westcar nicht zu belegen. „Etwas tragend" „etwas habend" (eig. unter ihm stehend) heisst es in[1]): § 169.

ḫr ḳnỉ „Sessel(?)träger" (**10**, 1; **11**, 7)

„das Krokodil ging fort *ḫrf* mit ihm" (**4**, 7)

ʿt wnnt ḫr ḥnws „das Zimmer mit ihren Gefässen" (**12**, 6).

Eine übertragene Bedeutung liegt vor in: „wenn du das alles sehen wirst, so wirst du vergnügt werden *ḫrs* davon" (**5**, 7).

§ 170. *mỉ* bedeutet stets „gleich wie", „gemäss" (**3**, 2. 11; **5**, 13; **6**, 1 usw.)[2]). § 170.

Bemerkenswerth ist nur der Gebrauch in *pr-stn mỉ ḳỉf* „das Königshaus gemäss seiner Gestalt" (**6**, 14) d. h. das ganze Königshaus; Ähnliches schon in alten Texten[3]).

§ 171. Die Praeposition *mʿ* liegt sicher vor in der Stelle *ṯtnf pꜣ msḥ n mnḥ* *mʿf* „er nahm das Wachskrokodil von ihm fort" (**3**, 5[4]). § 171.

Vielleicht auch **12**, 24, wenn nicht ein Wort *mḫrw* vorliegt.

---

1) Vgl. Neuaeg. Gr. § 102.

2) Neuaeg. durch die Zusammensetzungen *mỉ sḫr n*, *m sḫr n*, *mỉ ḳd* fast ganz verdrängt (Gr. § 107).

3) Vgl. z. B. *mdt tn mỉ ḳỉs nb* „diese Sache gemäss ihrer ganzen Gestalt" (Pap. Berlin 3023, Z. 41).

4) Nach dem Zusammenhang erwartet man eher „er nahm es mit sich fort", doch hat *ṯt mʿ* (Pyr. Merenrêʿ, IV, 23; Totb. ed. Nav. 27, 1; ib. 31) zweifellos die Bedeutung „etwas von jem. (gewaltsam) fortnehmen". Vgl. auch *ỉnt mʿ* (LD VI, 150a 9) „etwas von jem. holen".

§ 172. § 172. *ḥnʿ* bezeichnet wie gewöhnlich die Begleitung, die Gemeinschaftlichkeit, aber nur bei Personen (**3,** 10; **6,** 13; **8,** 2. 4; **9,** 20 usw.[1]).

Über die Coordination der Infinitive durch *ḥnʿ* siehe § 269.

§ 173. § 173. *ḥꜣ* „hinter" steht **10,** 8. 15. 22 als Gegensatz zu „angesichts".

§ 174. § 174. *tp* als Praeposition liegt vor in: „das Kind kam heraus *tp ʿwîšî* auf ihren (der Hebamme) Händen" (**10,** 10. 17. 24).

Anm. Es ist dies offenbar die Praeposition, von der die bekannte Adjectivform *tpî* „befindlich auf" abgeleitet ist.

§ 175. § 175. *wꜣḥ* liegt nur vor in: „gieb diese Netze diesen Frauen *wꜣḥ hbswsn* anstatt ihrer (? hinzu zu ihren?) Kleider". (**5,** 12).

b. Zusammengesetzte Praepositionen.

§ 176. § 176. Die zusammengesetzten Praepositionen sind wesentlich von dreierlei Art. Die einen modificiren eine einfache Praeposition durch Vorsetzung eines anderen Wortes (z. B. *tp m*), die andern bestehen aus einem Ortsausdruck, der von einer einfachen Praeposition abhängig ist (*m sꜣ*, *r gs*), die dritten sind weitläufige Umschreibungen mit Infinitiven (*r šꜣʿ m*, *r mn m*).

§ 177. § 177. Die alterthümliche Praeposition „vor"[2]) liegt noch vor in:

„sie traten ein *tp m Rdddt* vor die Rdddt" (**10,** 6)

---

1) Neuaeg. noch vorhanden, indess durch das räthselhafte *i-ir-m-w* (N. Gr. § 104) und *m dꜣ* (l. l. § 110) zurückgedrängt.

2) Vgl. z. B. „er kam *tp m ḫnf* vor seine Majestät" (Pap. Berlin 3023, Z. 74). Das davon gebildete Adverb *tp îm* steht Prisse 13, 7 parallel zu *ḫntw* mit der Bedeutung „vorher".

ỉỉt tp ỉmỉ „du kommst vor mich" (**12,** 16)

und anscheinend zeitlich gebraucht in der Stelle **7,** 17.

§ 178. *ḫft ḥr* „gegenüber" findet sich in der Stelle: § 178.

„Isis stellte sich *ḫft ḥrs* vor sie und Nephthys hinter sie" (**10,** 7. 14. 22).

Man übersehe nicht, dass trotz des angehängten Suffixes das auslautende *r* nicht geschrieben ist; der Schreiber scheint also in dem *ḥr* das Substantiv „Gesicht" und nicht die Praeposition (vgl. § 165) zu sehen.

§ 179. *wpw ḥr* „ausgenommen" steht in[1]): § 179.

„das Haus ist ausgerüstet mit allem Guten aus-genommen Krüge" (**11,** 20)

und in der unklaren Stelle **11,** 23.

§ 180. *r gs*[2]) findet sich in der Stelle **12,** 25, die etwa be- § 180.
deutet „sie hielt sich *r gsỉ* bei mir (auf der Wanderung) auf".

§ 181. Wie sich die drei mit *sꜣ* „Rücken" gebildeten Ausdrücke[3]), die § 181.
alle „hinter" bedeuten, unter einander scheiden, ist aus den Beispielen kaum zu sehen.

ḥr sꜣ steht in: „der Löwe geht hinter ihm" **7,** 5,

„der Stier stand hinter ihm" **8,** 26 (wohl verderbt),

---

1) Ebenso z. B. Pap. Ebers 39, 9 u. o. Neuaeg. *wpwt* (Gr. § 108).

2) Auch Neuaeg. (Gr. § 119). Für die Lesung des Wortes bemerke ich: ist in der Bedeutung „Hälfte, Seite" *gs* zu lesen, vgl. Pyr. Unas 580 und Kopt. S. ϭοc „Hälfte". Daher im Ebers auch neben *gsfn* und *gs* „salben" (Saneha 293) für .

3) Es giebt ausserdem noch einen vierten: *n sꜣ* (Ebers *8*, 2; *9*, 14 u. o.). Das Neuaeg. hat noch *m sꜣ* (lokal) und *ḥr sꜣ* (temporal) (Gr. § 114), das Kopt. nur noch das erstere (ncⲁ-).

r s3 in: „wirf das Krokodil hinter ihn" (3, 4. 13) und, vermuthlich als Conjunction gebraucht, in *r s3 wdbf* „nachdem es umgewendet war" (6, 11),

m s3 in: „der Hausvorsteher, der hinter dem See ist", (d. h. ihn verwaltet; der häufige Ausdruck ist von dem Hirten hergenommen; 3, 6).

§ 182. § 182. *m ḫnw*[1]) steht, wo es sich wirklich um ein Befinden im Innern eines Gegenstandes handelt:

„die Musik war *m ḫnwf* innen in ihm" (dem Kasten) 12, 4,

„sie legte es *m ḫnw ky ḫtm* in einen andern Verschluss hinein" (12, 5).

§ 183. § 183. *r mn m* „bis", ursprünglich „um zu bleiben (d. h. stillzustehen) bei", ist temporal gebraucht in:

r mn m hrw pn „bis auf den heutigen Tag" (7, 3).

3. Die Conjunctionen.

§ 184. § 184. Neben den an anderen Stellen besprochenen Conjunctionen, dem *m ḫt* „nachdem" (§ 205. 291), dem *r s3* „nachdem" (§ 205), dem *r* „bis dass" (§ 205), den Hervorhebungswörtchen (§ 311) (§ 308) (§ 309) und (§ 310) und dem wenigstens halb zur Conjunction gewordenen (§ 265 Anm.), sind im Westcar noch die folgenden nachweisbar:

---

1) Ähnlich auch z. B. Ebers 54, 4. Neuaeg. schon häufiger für *m* (Gr. § 123), im Kopt. hat ϩⲛ das alte *m* als Praeposition fast ganz verdrängt.

§ 185. *ỉs*, das an das erste Wort eines Satzes sich enklitisch anschliesst[1]). In den Beispielen *in ỉs* (8, 16) *in ỉnwk ỉs* (9, 6) drückt es sicher einen Gegensatz gegen das Vorhergehende[2]) aus; vielleicht auch **9**, 8. Räthselhaft bleiben die Stellen *ỉr ỉs ỉrt* **12**, 15 und *šꜣs pw ỉr ỉs . . . . in pꜣys sn* **12**, 19. § 185.

§ 186. *swt*, das ebenfalls enklitisch an das erste Wort des Satzes gehängt wird, bezeichnet offenbar einen Gegensatz zu dem vorigen Satze: § 186.

„die Zahl derselben weiss ich nicht", *ỉwỉ swt rḫkwỉ bw ntỉ st ỉm* „aber ich weiss, wo sie sich befinden" (**9**, 3).

Ähnlich auch in andern Texten[3]).

§ 187. Die seltene Partikel *ḥm* mit gleicher Stellung und ähnlicher Bedeutung wie *swt*[4]), findet sich nur in der Stelle: „bemanne ein Boot mit Mädchen und sieh dir an, wie sie rudern; das wird dich vergnügt § 187.

---

1) Im Neuaeg. kommt nur ein am Anfang des Satzes stehendes *ỉs* (Kopt. єιc-) vor. Vgl. Gr. § 319. 357.

2) Das *in ỉs* „aber nicht" dieser Stellen findet sich auch sonst oft, besonders als beschränkender Zusatz. Vgl. *in ỉs wrt* „aber nicht sehr" (Eb. 104, 8; 107, 7. 18) *in ỉs m pr ḥꜥtỉ* „aber nicht von dem Fürstengut" (Siut ed. Griffith I, 303 u. o.).

3) Meist wie hier, wo ein zweiter Satz den Gegensatz zu einem ersten ihm parallelen bildet: „alle Menschen, die mein Grab schädigen, denen wird es schlecht gehen, *ỉr swt rmṯt nbt* alle Menschen aber, die es erhalten, denen geht es gut" (Siut, ed. Griffith I, 225); „wenn du dies findest, so thue das dagegen, *ỉr swt gmk* wenn du aber jenes findest, so thue nichts dagegen" (Ebers 110, 3. Totb. ed. Naville 65, 3). Seltener ist der Gegensatz weniger scharf: „er frug mich: „es ist wohl etwas am Hofe passirt?" *ḏdnỉ swt m ỉwms* „aber ich sagte lügnerisch" usw. (Saneha 37).

4) In den Stellen Eb. 110, 1. Totb. 65, 11 steht es parallel zu *swt*; die erste Antithese ist beidemal durch *ḥm*, die zweite durch *swt* ausgedrückt. Die mit *ḫr ḥm* beginnenden Sätze (Saneha 76. 203) drücken jedenfalls nur einen ganz leichten Gegensatz aus.

machen" *iwi ḥm r irt ḫnt* „ich aber werde (dabei) der .... sein, lass mir Ruder bringen usw." (5, 7).

Es handelt sich hier kaum noch um einen Gegensatz, sondern eigentlich nur um eine Anknüpfung.

§ 188. § 188. Ein viertes sich enklitisch anschliessendes Wort liegt in dem unklaren *ms* vor, das nur in direkter Rede vorkommt:

„Das Haus ist in Ordnung, nur Krüge hat man nicht gebracht."

Antwort: *tmtw ms in hnw hr m* „warum hat man denn keine Krüge gebracht?" (11, 22).

„dass ich traurig, darin ist das Mädchen Schuld sie ist ja gegangen usw." (12, 22).

iw ms [*wn*] *špt* „es ist doch ein Landhaus" (da und da; darin wollen wir zusammenkommen; 2, 5).

§ 189. § 189. Ein anscheinend in den Satz eingefügtes , wie es auch sonst[1]) vorkommt, bietet das unklare Beispiel 9, 8.

§ 190. § 190. *ist*, das als erstes Wort steht und meist noch durch ein folgendes hervorgehoben ist, hat in den Beispielen des Westcar den Zweck, eine parenthetische Bemerkung des Erzählers einzuleiten[2]). So besonders deutlich 7, 6. Nachdem der Prinz dem König mitgetheilt hat, dass *Ddi* unter anderem auch die Zahl der *ipt* des Thoth kennt, schaltet der Erzähler ein *ist wrš ḥn n stn . . ti Ḫfw ḥr ḥḥi nf nin ipt* „König Chufu hatte sich aber (schon lange) bemüht, diese *ipt* zu suchen."

Ähnlich 6, 10 die eingeschaltete Bemerkung über die Tiefe des Sees

1) Eb. 95, 1; Neuaeg. Gr. § 70 Anm.

2) Ebenso auch sonst in älteren Texten, so z. B. *ist* LD II, 134 a. *ist rf* Pap. Berlin 3023, Z. 71; Saneha 173. 268, zur Einleitung parenthetischer Bemerkungen. Im Neuaeg. wird es *istw* geschrieben (Gr. § 319. 323. 357); Kopt. ist es nicht erhalten.

und **2,** 3 die Bemerkung, dass *Wbꜣ-ỉnr* ein Landhaus besass. Die Stellen **1,** 20 und **3,** 14 sind zu zerstört, um ein Urtheil zu erlauben.

§ 191. *ḥr* kommt im Westcar nur in der gewöhnlichen Ver- § 191.
bindung *ḥr mḫt* vor[1]), mit der neue Abschnitte der Erzählung beginnen: „Nachdem nun dies und das geschehen war, so usw." (**2,** 10; **3,** 10. 17; **7,** 11. 13; **8,** 5. 22; **12,** 8).

Eine andere Conjunction ist wohl die *ḥr* geschriebene in der Stelle **7,** 17, wo sie wie unser „doch" einen Gegensatz gegen das vorher Bemerkte auszudrücken scheint[2]).

§ 192. Die Partikel *kꜣ*, die etwa wie unser „wahrlich" (wenn § 192.
wohl auch weniger stark) eine Bekräftigung ausdrückt[3]), findet sich in gewöhnlicher Rede in dem Versprechen der *Rdddt*:

„Nimm nur von ihrer Gerste *kꜣ ỉn Rꜥwsr rdꜣf nsn ḏbꜣ ỉrỉ* R. wird ihnen gewiss Ersatz dafür geben, nachdem er zurückgekommen ist" (**11,** 25).

In der Prophezeiung **9,** 14 und in den sich daran schliessenden Reden des Königs und des Weisen ist *kꜣ* insbesondere am Platze:

kꜣ mꜣnỉ tꜣ ḥt ntr „ich (werde) den Tempel sehen" (**9,** 16)

---

1) Neuaeg. Gr. § 131. 132.

2) l. l. § 133.

3) Die Partikel *kꜣ* steht soviel mir bekannt ist:

a) in dem drohenden Nachsatz eines negativen Conditionalsatzes („wenn du das nicht thust, so werde ich thun"), und zwar hängt sie sich dann enklitisch an das erste Wort des Nachsatzes. (Vgl. Pyr. Teti 237. 249. 250. Totb. 65, 11—14).

b) am Anfang eines Satzes, der eine Versicherung enthält, sowohl wenn derselbe allein steht: „wer etwas verbirgt, der soll sterben" (Pianchi 111; Sall. 3, 7, 4; 9, 5), als wenn derselbe den Nachsatz eines positiven Conditionalsatzes bildet: „wenn du es in Wasser legst, so lebe ich" (d'Orb. 8, 5).

c) Vor Optativen (Eb. 23, 12. Pianchi 111).

An allen Stellen handelt es sich also um die Bekräftigung einer Versicherung oder eines Wunsches, in der Regel (aber nicht immer, vgl. Sall. 3, 7, 4; 9, 5) mit Bezug auf die Zukunft.

k3 rdỉỉ ḫpr mw „ich werde Wasser entstehen lassen" (**9**, 17).

§ 193. § 193. Die Form *k3k* findet sich zur Bekräftigung eines Optativs[1]):

„Wenn der Jüngling zu dem See herabgestiegen sein wird . . . *k3k ḥ3ˁk* so wirf das Krokodil hinter ihn" (**3**, 3).

4. Die Interjectionen.

§ 194. § 194. Die Scheidung zwischen Interjection und Conjunction ist nicht sicher durchzuführen, da manches, was als Conjunction fungirt, ursprünglich wohl Interjection gewesen ist. So z. B. sicher *k3* und *ỉst*, das in alten Texten noch Objectssuffixe hat.

§ 195. § 195. Die Interjection *mˁ* „siehe" (über die Lesung siehe § 6 Anm.) ist gewiss ein alter Optativ; sie kommt nur mit einem Subjectssuffix vor, das je nach der Person, die angeredet ist, wechselt[2]):

mˁk zu einem Mann (**4**, 10; **6**, 15; **8**, 17 usw.)

mˁt zu einer Frau (**6**, 5)

mˁtn zu mehreren (**10**, 4; vielleicht auch **2**, 6).

§ 196. § 196. Das, worauf die Aufmerksamkeit gelenkt werden soll, kann ein einzelnes Wort sein, wie:

mˁk bỉ3yt „siehe, ein Wunder" (**4**, 10; **6**, 15),

das dann wohl als Object von *mˁk* zu fassen ist, oder auch ein ganzer Satz, wie:

---

1) Ganz anders ist es d'Orb. 17, 10 gebraucht.

2) Im Neuaeg. ist dies vergessen; es kennt nur noch *mˁk*, das man auch einer Frau gegenüber gebraucht. (Vgl. d'Orb. *3*, 9).

mꜥk ms nk ḫrdw 3 „siehe, es sind dir drei Kinder geboren“ (**11,** 5)

mꜥtn st pw „sehet, es ist eine Frau“ (**10,** 4) (vgl. auch **6,** 6; **8,** 17; **9,** 6).

§ 197. Handelt es sich um ein Intransitivum mit pronominalem § 197.
Subject, so wird dieses als Objectssuffix an *mꜥk* gehängt und das Verbum folgt im Pseudoparticip[1]):

mꜥkwï ïïkwï „siehe ich, komme“ (**3,** 7; **8,** 12)

mꜥkn rḫwïn „siehe, wir wissen“ (**10,** 5) (vgl. auch **12,** 22).

§ 198. Das Wort *ḥn* liegt nur in dem folgenden Beispiel § 198.
vor, das die directe Rede beginnt:

ḥn sï ïïtï r ḏd nï „sie ist gekommen und hat mir gesagt, was sie thun wollte“ (**12,** 24).

Als Bedeutung würde hier z. B. passen „siehe, sie ist gekommen“ oder „sie ist zufällig zu mir gekommen“ oder auch „als sie zu mir gekommen ist“. Die Construction ist offenbar dieselbe, wie die von *mꜥk*, was zu einer Bedeutung „siehe“ am besten passen würde.

Anm. Beispiele der vor Optativen gebrauchten Interjectionen *ḥꜣ* und *ḥwï* siehe §§ 212. 213.

D. Das Verbum.

1. Das Subject des Verbums.

§ 199. Ein pronominales Subject wird stets durch die Suffixe aus- § 199.
gedrückt. Es giebt indessen eine merkwürdige Ausnahme, den Relativsatz:

1) Die Schreiber der neuaeg. Handschriften verstehen z. Th. diese Formen nicht mehr und schreiben schon *mꜥkwï* für das einfache *mꜥk* (d'Orb. 5, 8).

bw ỉrw st ỉm „der Ort, in welchem sie waren“ (12, 3)[1]).

Anm. Eine scheinbare Ausnahme siehe in § 312.

§ 200. § 200. Dass ein nominales Subject noch überdies durch ein Suffix bei seinem Verbum ausgedrückt wird, findet sich nur in dem einen — vielleicht fehlerhaften — Beispiel:

ḫr mḫt sprf w῾w r w῾w „nachdem (es) eines zum andern gekommen war“ (8, 22).

2. Gebrauch der Tempora und Modi.

§ 201 § 201. Die hier gegebene Skizze des Gebrauchs der Tempora und Modi beschränkt sich zunächst auf die activen Verben und auf die Intransitiva, soweit sie in gewöhnlicher Weise flectirt sind. Das endungslose Passiv und die Pseudoparticipia mussten nothwendig gesondert behandelt werden und auch bei dem Passiv auf *tw*, dessen Gebrauch im Ganzen sich ja mit dem des Activ zu decken scheint, empfahl sich eine getrennte Besprechung.

a. Die Grundform als Indicativ.

§ 202. § 202. Diese Form, die in der älteren Sprache gerade in der Erzählung häufig ist[2]), kommt im Westcar so nicht mehr vor, denn das *ḏdf* in der Stelle:

---

1) Wörtlich ebenso *bw ỉrw st ỉm* auch im Pap. Prisse 9, 10; das lässt darauf schliessen, dass es eine alte Formel ist. Dieselbe Construction ist auch sonst, wenn schon selten, nachweisbar. Vgl. *ḥ῾ st ỉmf r ntrsn* „sie freuen sich mehr über ihn als über ihren Gott“ (Saneha 67) und *sḥdw sw t3wỉ r ỉtn, sw3dw sw t3 r ḥ῾p ῾3* „er erhellt Aegypten mehr als die Sonne, er lässt die Erde grünen mehr als ein grosser Nil“ (Mar. Abyd, II, 25, 12). Beide Beispiele gehören der Poesie des m. R. an und sind einander auch im Bau ähnlich.

2) Im Neuaeg. ist ihr Gebrauch anscheinend etwas weiter als in unserem Text, doch ist dies nur Schein, da die neu hinzugetretenen Fälle solche sind, in denen *sdmf* aus *sdmnf* entstanden ist.

ˁḥˁ pw îrn s3 stn Ḥrdidif r mdt ḏdf „der Prinz Hardadaf stand auf. Er sprach (also)“ (**6**, 23; ähnlich **4**, 18)

ist eine alte Formel.

§ 203. Dagegen verwendet man sie, wo man nicht erzählt, sondern § 203.
etwas als Thatsache ausspricht[1]):

„Wann gebiert sie?“ *mss m îbd* 1 *prt hrw* (?) 15 „sie gebiert am 15ten Tage des ersten Prt-Monats“ (**9**, 15)

„sie sagte: *mrî ḥnwî r sntif* „ich will mein Gefäss bis auf seinen Boden“ (**6**, 7).

Hieran schliesst sich der Gebrauch in durch *îst* (vgl. § 190) eingeleiteten parenthetischen Nebenbemerkungen (**2**, 3. 5; **7**, 6) und in dem Satze „du siehst: sie rudern“ (d. h. wie sie rudern. **5**, 4. 15; **6**, 2).

Anm. Das *ḥmsf* in *nds, Ddî rnf, ḥmsf m Dd-Snfrw* „ein Bürger Namens *Ddî*, wohnhaft zu Dd-Snfrw“ (*7*, 1) ist eine feste Formel, die bei Angabe des Nationale einer Person verwendet wird.

§ 204. Demgemäss gebraucht man sie denn auch in allen Frage- § 204.
sätzen[2]):

mss îrf sb nw „wann wird sie gebären“ (**9**, 15)

ptî îrî ntn „was thue ich euch“ (**11**, 6).

(Vgl. auch **12**, 11. 14. 21).

Anm. Das *în în ḫnnntn* „rudert ihr nicht?“ (*5*, 19) ist in *ḫnntn* zu verbessern.

---

1) Ebenso neuaeg. (Gr. § 186. 187. 321. 322).

2) Ebenso neuaeg. (Gr. § 190. 355. 357).

§ 205. § 205. Ob die Grundformen nach den Praepositionen *r* und *r st* in [hieroglyphs] *r iwtn* „bis wir kommen" (11, 16), [hieroglyphs] *r st wdbf* (6, 11) und diejenigen nach *mḫt*[1]) in

[hieroglyphs] *mḫt iwf* „nachdem er gekommen sein wird" (11, 26)

[hieroglyphs] *mḫt spr f r Ḏdi* „nachdem er zum D. gekommen war" (7, 13; ähnlich 8, 6. 22)

[[hieroglyphs]] *mḫt hw nḏs r pš š* „nachdem der Jüngling zu dem See herabgestiegen sein wird" (3, 2)

hierher oder etwa zum Subjunctiv gehören, vermag ich nicht zu sagen; wenn etwas auf den Wechsel von [hieroglyphs] *iwt* und [hieroglyphs] *iw* zu geben ist, so sind übrigens diese Fälle nicht untereinander identisch.

b. Die Grundform im Relativsatz.

§ 206. § 206. Die ältere aegyptische Sprache benutzt in den Relativsätzen zwei (vermuthlich verschiedene) Modificationen der Grundform des Verbums. Die eine ist uns dadurch bekannt, dass sie bei den Verbis IIae geminatae die Verdoppelung des zweiten Radicals erfordert[2]). Bei dem einzigen Beispiel unseres Textes, das hierüber Aufschluss gewähren könnte, der mehr citirten Stelle *bw irw st im* (12, 3) (vgl. § 199) findet sich die Gemination nicht, und es muss daher fraglich bleiben, in wie weit die uns beschäftigende Sprachperiode noch diese Relativformen unterschied[3]).

§ 207. § 207. Die andere in Relativsätzen gebräuchliche Form hatte ein Praefix [hieroglyph] *i*, das sich aber in alter Zeit fast nur in den Pyramidentexten und auch da ohne Consequenz geschrieben findet[4]); im Neuaegyptischen

1) Neuaeg. ebenso, vgl. Gr. § 193; 324, 6; 397.
2) Vgl. Ä. Z. 1881, S. 62.
3) Ebenso fraglich ist es im Neuaeg., vgl. die Beispiele Gr. § 386.
4) Wie willkürlich dies Schwanken ist, zeigen z. B. die Varianten der Formel Pyr. Unas 463 ff. = Pyr. Teti 211 ff.

wird es anscheinend dann wieder bezeichnet[1]). Unser Text schreibt es nicht und nur auf Grund analoger Beispiele früherer und späterer Zeit kann man die Vermuthung wagen, dass einerseits die Verba *ḏbȝ* (**6,** 5) *ȝnn* (**9,** 6) des § 344, 1 und andererseits die Verba *ȝnf* (**9,** 6. 7) *rdȝf* (**11,** 25) *šm* (**1,** 20) und *ȝr* (**1,** 21) des § 311 derartige Relativformen in defectiver Schreibung sind.

Anm. Vgl. auch § 258 Anm.

c. Die Grundform als Subjunctiv.

§ 208. Dass die Grundform, wo sie von dem Verbum *rdȝt* „veranlassen dass" abhängt, eine besondere Verbalform ist, lässt sich aus den koptischen sogenannten Causativformen ersehen (vgl. Ä. Z. 1884 S. 28); gewiss wird dieselbe Form einst auch bei der Abhängigkeit von anderen Verben gebraucht worden sein. § 208.

§ 209. Sicher liegen demnach Subjunctive vor in den Beispielen[2]): § 209.

rdȝt šm mȝȝ ḥr sȝf „machen, dass der Löwe ihm folgt" (**7,** 4)

rdȝȝ ḫpr mw „ich lasse ein Gewässer entstehen" (**9,** 18)

pȝysn ȝtf rdȝ ȝwtn „ihr Vater, der veranlasst hat, dass wir gingen" (**11,** 12)

(vgl. auch **4,** 18; **8,** 4; **10,** 5; **11,** 14 und die zerstörte Stelle **12,** 25).

§ 210. Vermuthlich wird wohl auch das *ḏdyk* „dass du § 210.

1) Wenigstens scheint es mir recht wahrscheinlich, dass „die Relativpartikel *ȝ*" meiner Grammatik (§ 391 ff.) nichts ist als das alte Praefix, das eine Änderung der Orthographie wieder sichtbar werden lässt. Kommt doch diese „Relativpartikel" nur unmittelbar vor dem Verbum vor.

2) Vgl. Neuaeg. Gr. § 364.

sagst" so aufzufassen sein, das in der Stelle 9, 8 von [hieroglyphs] *mri* „ich wünsche" abhängt.

§ 211. § 211. Vielleicht sind auch als Subjunctive die Beispiele der Grundform anzusprechen, die, ohne von einem Verbum oder einer Conjunction abzuhängen, finale Bedeutung haben[1]):

„Ich komme, um dich zu meinem Vater zu berufen [hieroglyphs] *imk špss n dỉdỉ stn* „damit du das Vortreffliche essest, was der König giebt" (7, 21).

Hierher gehören wohl auch die Stellen 9, 23 mit dem [hieroglyphs] *smsytn* „damit ihr entbindet" und 9, 25—26 mit [hieroglyphs] *sdfỉytn*, [hieroglyphs] *sʿỉytn*, [hieroglyphs] *ḳdtn* und [hieroglyphs] *swỉdtn*.

d. Die Grundform als Optativ.

§ 212. § 212. Die Optative, die auch fast nur aus dem Zusammenhang als solche zu erkennen sind, da sie äusserlich meist (vgl. § 83) mit den anderen Moden der Grundform zusammenfallen, werden in allen Personen gebraucht zum Ausdruck des Wunsches und der Bitte[2]):

[hieroglyphs] *irn st* „lass uns uns vergnügen" (2, 6)

[hieroglyphs] *dỉk mỉn si* „lasse sie uns sehen" (10, 5)

[hieroglyphs] *tttn ntn sw* „nehmt es euch" (11, 8)

[hieroglyphs] *wdỉ ḥnk* „es gehe deine Maj." (3, 19)

[hieroglyphs] *ḥstw itfk* „es belohne dich dein Vater" (7, 24)

[hieroglyphs] *sḫntf istk* „er rücke deinen Platz vor" (7, 24).

---

1) Ebenso neuaeg. (vgl. Gr. § 194).
2) Neuaeg. in der 2ten u. 3ten Pers.: Gr. § 267; ein Beispiel der 1ten Person ib. 269.

Anm. Über das in der Stelle *4*, 18 vgl. § 58.

§ 213. Besondere Nuancen dürften dem Optativ die ihm vorgestellten Interjectionen *ḥꜣ* und *ḥwï* verleihen[1]); die letztere scheint auch eine besondere Form des Optativs zu bedingen: § 213.

ḥꜣ dꜣtn pꜣ ỉt „gebt doch die Gerste" (**11**, 7. 15)

ḥwï šwdꜣ ḥnk r š „Deine Maj. gehe zum See" (**5**, 2. Ib. **3**, 19 steht die gewöhnliche Form weil *ḥwï* fehlt)

ḥwï šꜣšꜣtn „reiset" (**9**, 23).

§ 214. Ob die Formen *ỉntwk* und *ỉntwf* der folgenden beiden Beispiele einen besonderen Sinn haben sollen, stehe dahin[2]): § 214.

„Du selbst, mein Sohn Ḥardadaf *ỉntwk nỉ sw* bringe mir ihn" (**7**, 8)

ỉm dꜣtw nỉ wꜥw n ḳꜣḳꜣw, ỉntwf nỉ ẖrdw hr . . . ỉ „lasse mir ein Schiff geben, es möge(?) mir die Kinder nebst(?) meinen Büchern bringen" (**8**, 3).

1) Für *ḥꜣ* hat Goodwin (vgl. die Bemerkungen bei Brugsch, Wb. s. v.) die Bedeutung „wenn doch (gewesen wäre)" erwiesen; hier kann diese selbst nicht statthaben, doch darf man darauf hin den Satz wohl als eine besonders zurückhaltende Form der Bitte auffassen: „wenn ihr doch geben wolltet". Für *ḥwï* kenne ich noch eine Stelle: *ḥwï ỉntw nn sbk* „man bringe uns Gott Sbk" (Totb. ed. Nav. 113, 3). Vgl. auch *ḥwꜣndrn nn* (vielleicht = *ḥwï ꜣndr nỉ nn* „schlage mir diese"?) in den Reden der Schlächter im Grab des Ptaḥḥotp.

2) Zu vergleichen wüsste ich nur die Neuaeg. Gr. 273 angeführten Formen auf *tỉ* und *tw* und allenfalls noch aus der späten Pianchistele (Z. 86) das *ỉn rmtw nḥnw* „die Kinder sollen nicht weinen".

e. Die *in*-Form.

§ 215. § 215. Die alte Verbalform mit suffigirtem *in* wechselt oft mit der gewöhnlichen Form der Erzählung, dem durch *ʿḥʿn* eingeleiteten Verb. Doch scheint sie etwas Feierliches zu haben, was jener Construction mit *ʿḥʿn* abgeht.

§ 216. § 216. Der häufigste Fall ihres Gebrauches ist der, wo das Subject des Verbums eine Respectsperson ist, ein Gott, der König, der Prinz Ḥardadaf und der weise Ded*i*, so z. B.:

„Er sagte zu ihnen: „Gebt dies Korn eurem Sänftenträger . . . *iwḥin sw Ḫnmw m pꜣ it* „Da belud sich Chnum mit dem Korn“ (**11,** 8).

Doch liegt dabei kein Zwang vor und z. B. in der Stelle **11,** 13:

„sie gingen wieder zurück, Isis sprach: „Thun wir ein Wunder“, sie bildeten Diademe, sie legten sie in das Korn, sie erregten einen Sturm, sie kehrten zu dem Haus zurück usw.“

steht nur das vierte Verbum in dieser Form, obgleich doch alle die gleichen göttlichen Subjecte haben. Vermuthlich ist sie bei ihm gebraucht, um den Leser darauf hinzuweisen, dass das vorher schon genannte Korn von hier an eine besondere Wichtigkeit erhält.

Lehrreich ist auch die Stelle (**10,** 14 ff. = **10,** 23 ff.):

„Isis stellte sich vor sie, Isis sprach den Namen des Kindes aus, das Kind kam heraus, sie wuschen es, Msḫnt trat hinzu, sie sagte, es sei ein König.“

Hier haben die vier ersten Verba, die den heiligen Vorgang der Königsgeburt erzählen, unsere Form, während die beiden letzteren, unwesentlichen einfach mit verbunden sind. In der Parallelstelle **10,** 7 dagegen, in der die Geburt zum ersten Male erzählt wird und sich an die bisherige Erzählung („sie traten ein, sie schlossen die Thür zu“) anschliesst, sind die beiden ersten Verba noch zu dieser gezogen, so dass die feierliche Erzählung erst bei dem Erscheinen des Kindes einsetzt.

§ 217. Besonders beliebt ist diese Form bei dem Verbum *ḏd* § 217.
„sagen“, sowohl bei einzelnen Äusserungen einer Respectsperson (**9,** 22), als auch bei Wechselreden einer solchen (**8,** 10—16 sechsmal; **9,** 1—17 zwölfmal)[1]. — Vom Sprechen der Zauberformel (**6,** 7. 12; **8,** 20. 25) steht übrigens immer *ᶜḥᶜn ḏdn.*

§ 218. Dieselbe Form steht ausserdem noch in den Formeln, die § 218.
den Vollzug eines königlichen Befehles erzählen:

„Der König sagte: „Man opfere ihm“. *ỉrỉntw* „man that, wie er es befahl“ (**4,** 17; **6,** 22; **9,** 21; aber **5,** 13 dafür , vermuthlich weil an dieser letzteren Stelle der Vollzug des Befehls nicht den Abschluss der Erzählung, sondern nur ein beliebiges Glied derselben bildet.)

„Der König sagte: „Bringt ihn“. *stỉꜣỉntw nf Ddỉ* „Dedỉ wurde ihm gebracht“ (**8,** 10)

„Der König sagte: „Bringt ihn“. *ỉn(?)ỉntwf* „er wurde (zu ihm) gebracht“ (**4,** 24).

§ 219. Das Feierliche, das der *ỉn*-Form in allen bisher besprochenen § 219.
Beispielen innezuwohnen scheint, kann sie in der Stelle

ỉr pꜣ mw, ỉwf m mḥ 12 *ḥr ỉꜣtf, ḏrỉnf mḥ* 24 *r sꜣ wdbf* „das Wasser, es hatte (sonst) 12 Ellen in seiner Mitte, es erreichte (? jetzt) 24 Ellen, nachdem es umgewendet (?) war (**7,** 11)

nicht haben; jedenfalls soll sie aber die grosse Tiefe als etwas Erstaunliches hervorheben.

1) Das Neuaeg., das die *ỉn*-Form sonst ganz verloren hat, hat dies *ḏdỉn* zur Einführung der Reden der Parteien im Process formelhaft erhalten.

f. Die *n*-Form.

§ 220. **§ 220. Die Form mit suffigirtem *n* spielt in der Sprache unseres Textes eine untergeordnete Rolle[1]). Hauptsächlich braucht man sie in Erzählungen, in denen man sie einem anderen Verbum anfügt, um ein Ereigniss auszudrücken, das der Erzähler als einen die Handlung dieses Verbums begleitenden Nebenumstand darstellen will.** Die beiden Verba bilden dann gleichsam ein Ganzes gegenüber den anderen Verben der Erzählung.

§ 221. **§ 221. Ein Nebenumstand, der der** Haupthandlung gleichzeitig ist, **wird so ausgedrückt[2]) in Beispielen wie:**

šis pw irnf m ḫrt, sndmnf m knìw n hbnì („nachdem die **Schiffe am Damm gelandet wa**ren) begab er sich landeinwärts **und sass in einer Sänfte aus** Ebenholz“ (7, 12) (d. h. „indem **er in einer Sänfte sass“)**

ꜥḥꜥn rdìnf sw n pꜣ [ḥrì-pr], ḏdnf nf „**er gab es dem Hausobersten und sagte ihm**“ (was er damit zu thun habe) (3, 1)

šis pw irn pꜣ [ḥrì-pr], ṯtnf pꜣ msḥ n mnḥ mꜥf „der Hausvorsteher ging (nach Haus) und nahm das Wachskrokodil von ihm“ (3, 4).

§ 222. § 222. Merkwürdig ist das Beispiel:

prt pw irn nn nṯrw, smsnsn Rdddt „diese Götter gingen heraus und hatten

1) Im Neuaeg. ist sie noch weiter zurückgegangen und wird nur noch verwendet, wo die Vergangenheit ausdrücklich bezeichnet werden soll.

2) Neuaeg. steht hier schon die Grundform; vgl. N. Gr. § 191.

die R. entbunden" (**11,** 4) (d. h. „nachdem sie sie entbunden hatten"),

in welchem eine noch vor der Haupthandlung liegende, abgeschlossene Handlung als begleitender Umstand derselben berichtet wird. Ähnlich auch **9,** 27: „die Götter gingen hin und hatten ( ) sich (vorher) in Tänzerinnen verwandelt[1])."

§ 223. Der unmittelbare zeitliche Anschluss an die Haupthandlung § 223.
wird so ausgedrückt in Beispielen wie:

šꜣs pw ỉrn tꜣ wbꜣt, wnns tꜣ ꜥt „die Dienerin ging und öffnete das Haus" (**12,** 1)

ꜥḥꜥn rdỉnf ỉntw nf ḫt-ꜥꜣ, ỉrntw rf m mỉtt „man brachte ihm einen Chet-ꜥo-vogel und that ihm ebenso (wie dem vorigen)" (**8,** 24).

§ 224. Besonders gern (in unserm Buch allein nicht weniger als § 224.
siebenmal) verwendet man diese Construction, wenn das zweite sich anschliessende Verbum das Wort „finden" ist; das Hauptverbum drückt dann meist die Bewegung aus, in Folge deren man etwas findet oder nicht findet.

spr pw ỉrnsn r pr Rꜥwsr, gmnsn sw ꜥḥꜥ „sie kamen zum Haus des Raꜥwosr und fanden ihn stehend". (**10,** 2)

---

1) Ebenso auch: *ỉwỉn rf ntrt tn, smꜣns rmt* „diese Göttin kam und hatte die Menschen getödtet" (Destr. des hommes Z. 13); *ꜥḥꜥn ḫnf wdꜣ m ḥtp, sḫrnf ḫftỉwf* „seine Maj. kam in Frieden und hatte seine Feinde geschlagen" (Inschrift des Chnemḥotp von Benihassan, Z. 173, ich verdanke dieses Beispiel Herrn cand. Krebs). Ebenso noch neuaeg.: *ỉswt pꜣ wr ỉw, sḥwtnf [st nbt]* „da kam der Fürst und hatte sich [alle Länder] verbündet" (Raifet 4; ähnlich Sall. 3, 15). Wie man sieht, drückt das Neuaeg. in diesem Falle, wo es sich um die Bezeichnung der Vergangenheit handelt, die Nebenhandlung noch korrekt durch die *n*-Form aus. Übrigens dürfte es kein Zufall sein, dass in allen diesen fünf Beispielen das Hauptverb ein Verb des Gehens ist.

wnỉns ḥr dbn tꜣ ꜥt, ỉn gmns bw ỉrw st ỉm „sie durchirrte das Haus und fand nicht die Stelle, wo es war“ (**12,** 3)

šꜣs pw ỉrns, gmns sns „sie ging und traf (fand) ihren Bruder“ (**12,** 3)

Vgl. auch **6,** 9; **7,** 14; **12,** 4. 20.

Anm. 1) Auch zwei Verba können einem Hauptverbum so beigegeben werden, vgl. *12,* 5—6.

Anm. 2) Über die Ersetzung der beigeordneten *n*-Form bei dem endungslosen Passiv und den Intransitiven siehe §§ 250. 293.

§ 225. § 225. Ausserhalb der Erzählung findet sich die *n*-Form häufiger nur noch in einem Falle, in Relativsätzen:

Er erzählte *mdt tn ỉrn pꜣ nḏs m prf* „diese Sache die der Bürger in seinem Hause gethan hatte“ (**4,** 4)

„sie kamen hin *r bw ỉỉnsn ỉm* zur Stelle, von wo sie ausgegangen waren“ (**11,** 10)

„das Krokodil führte ihn fort und man wusste nicht *bw šmnf ỉm* wohin es mit ihm gegangen war“ (resp. mit ihm ging **4,** 7).

In den beiden ersten Beispielen sicher und, wenn man will, auch im letzten handelt es sich dabei um die Vergangenheit[1]), während die Gegenwart im Relativsatz durch die Grundform ausgedrückt wird.

Anm. Auch in dem Satze „was ist es Ddỉ *tm rꜥ mꜣnỉ tw* (dass) ich dich nicht gesehen habe“ (*8,* 11) scheint die *n*-Form die Vergangenheit zu bezeichnen. — Vgl. auch den analogen Gebrauch § 237.

§ 226. § 226. In der Prophezeihung des Ddỉ:

1) Vgl. neuaeg. analoge Beispiele N. Gr. § 202. 204.

„Bist du wegen der drei Kinder traurig? [hieroglyphs] *ḏdnì* Ich sage: Dein Sohn, sein Sohn, einer davon“ (**9**, 14)

steht die *n*-Form vermuthlich zum Ausdruck einer besonderen Emphase[1]). Ebenso wohl in dem Ausspruch des Königs **9**, 17.

3. Einleitung des Verbums durch ein Verbum der Bewegung.

§ 227. Eine besonders wichtige Rolle spielen in unserem Texte die merkwürdigen Verbindungen, in denen der *n*-Form des Verbums ein Verbum der Bewegung vorgesetzt ist. Wie ich Ä. Z. XXVII, 29 ff. ausgeführt habe, haben dieselben vermuthlich einmal bedeutet: § 227.

aufstehend hörte er,
kommend hörte er,
herausgehend hörte er.

§ 228. Aber, ähnlich wie in so vielen andern Sprachen, ist diese Bedeutung „er stand auf (er kam) und hörte“ zunächst in die allgemeinere des Anhebens abgeschwächt worden: „er hub an zu hören“ (oder noch schwächer „da hörte er“) und schliesslich ist, wenigstens bei *ᶜḥᶜn*, auch dieser Nebensinn verloren gegangen und die Verbindung bedeutet weiter nichts mehr als „er hörte“. § 228.

a. durch *ᶜḥᶜn*.

§ 229. Das durch [hieroglyphs] *ᶜḥᶜn* „stehend“ eingeleitete Verbum ist für die Sprache unseres Textes die eigentliche Form der Erzählung, in der jeder kleine oder grosse Fortschritt der Handlung erzählt wird. Sie ist so sehr die herrschende Ausdrucksweise, dass beispielsweise in der Stelle **11**, 14—24 zehn Verba in dieser Form hintereinander folgen. Die anderweitigen Formen der Erzählung können neben ihr nur als Ausnahmen gelten. § 229.

---

1) Es ist das der Gebrauch der *n*-Form, den wir schon in den Pyramidentexten haben (z. B. Pyr. Unas 77) und der sich in allen Götterreden der Tempelreliefs bis in die späteste Zeit findet: *dꜣnì nk ᶜnḫ* „ich gebe dir das Leben“ u. ä.

§ 230. § 230. Auf das folgt — wenn man vom endungslosen Passiv und den Intransitiven absieht, ausnahmslos — die *n*-Form[1]) des Verbums:

ʿḥʿn ṯtn sï msḥ „ein Krokodil packte sie" (**12**, 18. 26)

ʿḥʿn ṯ3nf sw „er nahm es" (**4**, 2).

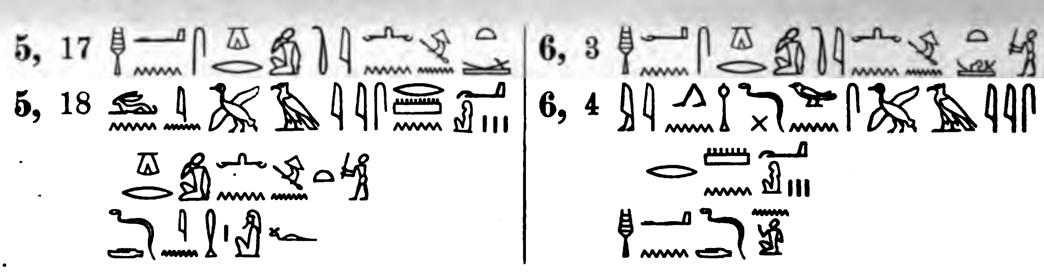
Anm. 1) Die scheinbare Ausnahme „sie wendeten um" (*11*, 15) ist augenscheinlich ein Schreibfehler für das korrekte .

Anm. 2) Über die Construction von *ʿḥʿn* beim endungslosen Passivum und bei Intransitiven siehe §§ 251 und 294.

b. durch *ïïn*.

§ 231. § 231. Die Erzählung vom *nḥ3w*, das ins Wasser fällt, giebt unser Text zweimal, das eine Mal in der Geschichte selbst (**5**, 13—23), das andere Mal fast gleichlautend in dem, was der König dem Ḏedemʿonḫ erzählt (**6**, 1—7). Dabei findet sich nun folgende merkwürdige Variante:

„Das N. fiel ins Wasser":



5, 17 / 5, 18	6, 3 / 6, 4
„sie hörte auf zu rudern,	„sie hörte auf zu rudern,
„und ihre Reihe hörte auf zu rudern.	„da störte(?) sie ihre Reihe;
„Seine Maj. sprach" usw.	„ich sprach".

1) Das Neuaeg. lässt seinem *ʿḥʿ ʿḥʿn* theils die Grundform folgen (Gr. § 188. 323), theils den Nominalsatz (Gr. § 264).

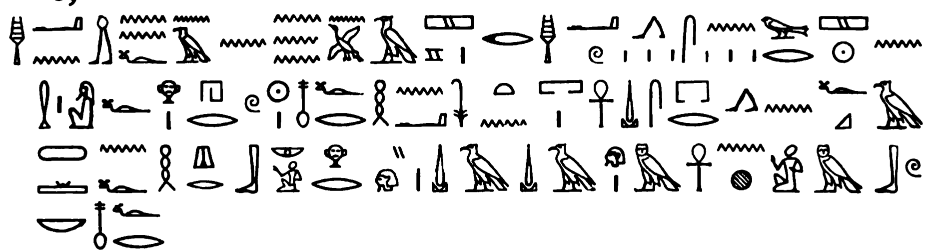
Es liegt auf der Hand, dass wir in *iïn ḥdns* eine Construction haben, in der ein „kommend“ dieselbe Rolle spielt wie sonst *ʿḥʿn* „aufstehend“.

Anm. 1) Über ein vermuthliches zweites Beispiel dieser Verbindung siehe § 294 Anm.; über solche aus anderen Texten vgl. Ä. Z. XXVII, 34.

Anm. 2) Die Bedeutung dieser Verbindung dürfte noch nicht so ganz abgeschwächt sein wie die von *ʿḥʿn*, da man ihr sonst häufiger begegnen würde. Wir werden daher wohl etwa das Rechte treffen, wenn wir sie mit „da hörte er“ wiedergeben, während eine solche Übertragung für *ʿḥʿn* in unserem Text schon zu stark wäre.

c. durch *prn*.

§ 232. Eine andere dem *ʿḥʿn* analoge Form findet sich in § 232.
der Stelle **6, 14**:



ʿḥʿn innf nꜣn mw n pꜣ š r ʿḥʿwsn, wršn ḥnf ḥr hrw nfr ḥnʿ pr stn (ʿnḫ wḏꜣ snb), prn fkꜣnf ḫrḥb ḥrï-ḏꜣḏꜣ Ḏꜣḏꜣmʿnḫ m bw nb nfr.

„er brachte die Wasser des Sees zu ihrem (früheren) Stand und seine Maj. verbrachte einen vergnügten Tag mit dem Königshause. Dann belohnte er den obersten Vorleser Dedemʿonh mit allem Guten“.

Hier ist ein *prn* „herauskommend“ wie *ʿḥʿn* gebraucht.

Anm. Ein anderes Beispiel siehe Ä. Z. XXVII S. 35; von der Bedeutung des *prn* gilt das § 231 Anm. 2 über *iïn* Bemerkte.

4. Einleitung des Verbums durch „es ist“, „es geschah“.

§ 233. Ähnlich wie die im Vorstehenden besprochenen Verben der § 233.
Bewegung setzt man auch Ausdrücke wie „es geschah“, „es ist“ in der

Erzählung vor das Verbum; auch diese haben dann wohl z. Th. bald ihre Bedeutung verloren und sind zu halb pleonastischen Zusätzen geworden.

§ 234. § 234. Ein unpersönliches *ḫpr* „es geschah" ist dem Verbum so vorgesetzt in dem Satze:

wꜥw m nn hrw ḫpr wnin Rdddt ḥr šnts „einen von diesen Tagen geschah es: Rdddt fühlte die Wehen" (**9**, 21).

§ 235. § 235. Die Verbindung eines unpersönlichen *iw* „es ist" mit einer der einfachen alten Verbalformen wird nur in direkter Rede gebraucht und zwar am Anfang derselben oder doch am Beginn eines wichtigen Satzes[1]).

§ 236. § 236. *iw* mit der Grundform wird offenbar bei gegenwärtigen, noch andauernden Zuständen oder Handlungen gebraucht:

Der Prinz sagte zum König: *iw wn nds* „es giebt einen Bürger welcher Dedi heisst" (**6**, 26).

§ 237. § 237. Dagegen steht *iw* mit der *n*-Form stets von abgeschlossenen Handlungen:

der Prinz sagte zum König: *iw inni Ddi* „ich habe den Dedi gebracht!" (**8**, 8)

der König sagte zu dem Vorleser: *iw irni mi ni ddk* „ich habe gethan, wie du gesagt hast" (aber es ist missglückt; **6**, 1)

der König befahl: Man bringe ihm das und das zum Opfer. *iw mꜣni spf n rḫ* „Ich habe ein Beispiel seiner Gelehrsamkeit gesehen" (**1**, 16; **4**, 16; **6**, 21)

das Mädchen sagte: „Soll sie mir das anthun? *iw msns stnyw* 3 Sie hat 3 Könige geboren" (ich werde gehen und sie anzeigen; **12**, 11)

---

1) Das *iw* vor dem Verbum im Neuaeg. (Gr. § 195 ff.) hat wohl mit unserer Form nichts zu thun.

Dedi sagte: „es ist die Frau eines Priesters . . ., welche schwanger geht mit 3 Kindern des Rêʿ. *ỉw ḏdnf rs* Er hat zu ihr gesagt, dass sie König sein werden“ (**9,** 10).

Vgl. auch die zerstörte Stelle **2,** 5.

5. Die Umschreibung mit *pw ỉrn.*

§ 238. Diese eigenthümliche und ihrem Ursprung nach unklare Umschreibung findet sich in unserm Text bei folgenden Verben gebraucht: § 238.

3, 11; **8,** 4; **12,** 6 *ỉwt* „kommen“,

1, 17; **4,** 17; **6,** 22; **7,** 14 *ʿḥʿ* „aufstehen“,

8, 6; **10,** 6 *ʿḳ* „eintreten“,

3, 17; **8,** 2. 9; **9,** 18. 27; **11,** 9 *wḏꜣ* „gehen“,

11, 3 *prt* „herauskommen“,

4, 6 *hꜣỉ* „herabsteigen“,

12, 8 *ḥmst* „sich setzen“,

10, 1 *spr* „gelangen“,

3, 4. 9; **7,** 9. 11; **11,** 26; **12,** 2. 12. 17. 19 *šꜣs* „gehen“.

Wie man sieht, sind es nur intransitive Verben der Bewegung, die sie gebrauchen und ebenso ist es auch in den älteren und jüngeren[1]) Texten. Eine Ausnahme wie das *gr pw ỉrn mr-pr wr* „der Gutsvorsteher schwieg“ (Berliner Papyrus 2023 Z. 49) gehört zu den grössten Seltenheiten[2]) und ist wohl alterthümlich.

1) Vgl. Neuaeg. Gr. § 205.

2) Ich kenne nur noch *mst pw ỉrns* „sie gebar“ in der Erzählung eines Wunderzeichens LD II, 149c.

Anm. Transitive Verba der Bewegung wie das reflexive *rdi sw* „sich hinstellen" (*10*, 7), wie *ʿn* „umwenden" (*11*, 15) und wie „fortführen, bringen, schicken" gebrauchen diese Form nicht.

§ 239. § 239. Der Gebrauch dieser Construction ist nun zunächst dahin zu bestimmen, dass sie dem durch *ʿḥʿn* eingeleiteten Verbum syntaktisch gleich steht. Vgl. z. B.

der Prinz reichte ihm die Hand (*ʿḥʿn*),
er richtete ihn auf (*ʿḥʿn*),
er ging mit ihm fort [hieroglyphs] *wdꜣ pw irnf*,
Dedi sprach: ich brauche noch ein Schiff (*ʿḥʿn*),
man gab ihm zwei Schiffe (*ʿḥʿn*),
Dedi kam zum Hofe ([hieroglyphs] *iwt pw irn D.*) (8, 1—4)

und ebenso in allen andern Fällen.

§ 240. § 240. Vergleicht man weiter die daneben vorkommenden Beispiele, in denen bei einem dieser intransitiven Verba der Bewegung doch *ʿḥʿn* gebraucht ist, so ergiebt sich mit Wahrscheinlichkeit, dass die Construction mit *pw irn* bei ihnen das Anheben der Bewegung bezeichnet, während *ʿḥʿn* und vielleicht auch *wnin* (vgl. § 289) das Andauern derselben ausdrücken. Vergleiche:

[hieroglyphs] *ʿḥʿ pw irn sꜣ stn r mdt* „Prinz A. stand auf um zu reden" (nachdem Prinz B. seine Erzählung beendet hatte; am Anfang der Abschnitte 1, 17; 4, 17; 6, 22)

[hieroglyphs] *ʿḥʿn wꜣḥ pꜣ ḳniw, ʿḥʿ pw irnf r wšdf* „der Tragsessel (auf dem der Prinz sass) ward hingestellt, er stand auf (aus dem Sessel), um ihn zu begrüssen" (7, 14).

Dagegen: Die Gans ward in eine Ecke gelegt und der Kopf in die andere, Dedi sprach seinen Zauber [hieroglyphs] *wnin pꜣ smn ʿḥʿ* „und die Gans stand da(?)" und trippelte und ihr Kopf

ebenso. Als dann ein Stück zum andern gekommen war *ꜥḥꜥn pꜣ smn ꜥḥꜥ ḥr gꜣgꜣ* „stand die Gans da und gackerte“ (**8**, 24; ähnlich ib. 26. Da die Gans schon einmal aufgestanden ist, ist für *ꜥḥꜥn pꜣ smn ꜥḥꜥ* die obige Übersetzung geboten).

Anm. 1) Es wird natürlich oft ziemlich einerlei gewesen sein, welche Form gewählt wurde; vgl. die interessanten Stellen

„er schlug sie,	„ich schlug sie,
„sie ging fort *šꜣs pw irn* um sich Wasser zu holen,	„sie ging *ꜥḥꜥns šmtí* um sich Wasser zu holen
„ein Krokodil packte sie“ (*12*, 17).	„ein Krokodil packte sie“ (*12*, 25).

In der Ersten hat der Erzähler den Moment im Auge, wo sie aufbricht, in der zweiten denkt er daran, wie sie unterwegs war — ein Unterschied, der für diese Erzählung ohne jede Bedeutung ist.

§ 241. Eine ganz eigenthümliche Variante dieser Verbindung, *šꜣs pw* § 241.
ir . . in anstatt *šꜣs pw irn*, findet sich in dem Satze:

šꜣs pw ir is, r ḏd st n Rdddt, in pꜣys sn, gmnf Rdddt ḥmstí „ihr Bruder ging, um es der Rdddt zu sagen und fand die Rdddt sitzend“ (**12**, 19).

Wie man sieht, sind hier zwischen Verb und Subject eine Partikel und ein Absichtssatz eingeschaltet.

6. Das Passivum.

§ 242. Die beiden Arten des Passivum, das eigentliche mit der § 242.
Endung *tw* und das endungslose Passiv, werden von ein und demselben Verbum gebildet (vgl. z. B. für *irt* **5**, 13 mit **9**, 21; für *sspd* **3**, 8 mit **3**, 7) und haben jede, wie es scheint, ihren beschränkten Gebrauchskreis.

§ 243. Charakteristisch für beide Passivarten ist in unserem § 243.
Text, dass sie nicht mit Pronominalsuffixen gebraucht werden; das *in(?)intwf* „er wurde herbeigeführt“ (**4**, 24) ist die einzige

Ausnahme von dieser Regel[1]). Dagegen werden sie häufig ohne Subject gebraucht und drücken dann das unbestimmte Subject man aus[2]):

ˁḥˁn ir mi wdt nbt ḥnf „man that wie seine Majestät befohlen hatte" (**5**, 13)

irintw mi wdt nbt ḥnf dasselbe (**4**, 17; **6**, 22; **9**, 21)

ˁḥˁn rdi ˁḥˁ nf wi (?) 2 „man liess ihm zwei Schiffe dastehen" (**8**, 4).

Vgl. auch **9**, 19; **12**, 10 und besonders **8**, 17, wo *wdtw* „es wird befohlen" nach der später so häufigen Sitte[3]) „der König befiehlt" bedeutet.

a. Das Passivum auf *tw*.

§ 244. § 244. Dieses Passivum, das die vollständige Formenreihe des Activums zu besitzen scheint, wird nur im Subjunctiv häufig gebraucht, während unser Text im übrigen das endungslose Passiv vorzieht[4]).

§ 245. § 245. Der Indicativ findet sich in dem negirten Relativsatze „das Haus ist mit allem ausgestattet, ausser mit Gefässen *in intw* welche nicht gebracht worden sind" (**11**, 21)

1) Auch neuaeg. kommt das endungslose Passiv kaum je (Ausnahme Gr. § 163) mit Suffixen vor, wogegen bei dem Passiv auf *tw* die Form mit Suffixen häufiger zu sein scheint (l. l. § 165).

2) Neuaeg. selten bei dem endungslosen Passiv (Gr. § 161, beide Beispiele im Kanzleistil); desto häufiger bei dem auf *tw*, so häufig, dass man die Endung *tw* desselben wie ein Suffix mit der Bedeutung „man" auch auf Verben überträgt, die niemals ein Passiv gehabt haben können (l. l. 167—169). Übrigens kommt ein *wnintw* „man war" auch schon LD II, 138c. vor.

3) Neuaeg. Gr. § 170.

4) Auch neuaeg. ist der Subjunctiv dieses Passivums sehr häufig, doch kommt auch der Indicativ vor. Die *n*-Form und *in*-Form existiren nicht mehr, denn das *wnintw* bei dem Hülfsverbum *wnînf* zählt doch nicht mit. (Vgl. Gr. § 165; die anscheinenden Participia auf *tw* des § 166 sind wohl nur unorthographische Schreibungen ganz anderer Formen).

und vielleicht auch in den gleichfalls negirten Sätzen:

mꜥk in wḏtw „sieh, befiehlt man nicht?“ (es ist ein bescheidener Wunsch) **8,** 17

„das Krokodil ging in die Tiefe des Sees; *in rḫtw bw šmnf im* man wusste den Ort nicht, wohin es gegangen war“ (**4,** 7; vermuthlich fehlerhaft für *rḫntw*, wie in der ähnlichen Stelle **6,** 24 steht).

§ 246. Der Subjunctiv liegt z. B. vor in: § 246.

ꜥḥꜥn rdín ḥn n . . . Nbkꜣ ṯttw tꜣ ḥmt „König N. veranlasste, dass die Frau fortgeführt wurde“ (**4,** 8)

ím sspdtw tꜣ sšpt „mache, dass das Haus ausgestattet wird“ (**3,** 7 = **2,** 8)

(ähnlich **4,** 13. 14; **5,** 7. 9—11; **6,** 18. 20; **8,** 3. 15. 23. 24; **9,** 19; **12,** 10).

§ 247. Die *ín*-Form findet sich, und zwar ganz wie im Activum, § 247. gebraucht in:

stꜣíntw nf Ddí „Dedí wurde ihm herbeigebracht“ (**8,** 10)

íríntw mí wḏt nbt ḥnf „man that, wie seine Majestät befohlen hatte“ (**4,** 17; **6,** 22; **9,** 21).

§ 248. Die *n*-Form findet sich zum Ausdruck der Nebenhandlung in: § 248.

ꜥḥꜥn rdínf íntw nf ḫtꜥꜣ írntw rf m mítt „man liess ihm einen Chet-ꜥo-vogel bringen und man that ihm ebenso“ (**9,** 24).

„(du hörtest Beispiele) von der Weisheit der Vorfahren *in rḫntw mꜣꜥ* . . . und man kennt ihre Wahrheit nicht“ (**6,** 24).

Beispiele, in denen sie nach *ꜥḥꜥn* stände, liegen dagegen nicht vor.

b. Das endungslose Passivum.

§ 249. § 249. Der Indicativ dieses Passivs wird zunächst da gebraucht, wo man auch den activischen verwendet, beim Aussprechen einer Thatsache[1]):

mᶜk ms nk ẖrdw 3 „sieh, dir sind drei Kinder geboren“ (**11**, 5).

In dem entsprechenden negativen Beispiel ist die Passivform auf *tw* verwendet (vgl. § 245).

§ 250. § 250. Weit häufiger findet er sich aber noch zum Ersatz der diesem Passiv fehlenden *n*-Form gebraucht. So zum Ausdruck der Nebenhandlung in:

ᶜḥᶜn rdỉn ḥnf ỉntw nf kȝ, sẖr dȝdȝf r tȝ „seine Maj. liess ihm einen Stier bringen und sein Haupt wurde auf die Erde geworfen“ (**8**, 25; in der Parallelstelle **8**, 24 steht)

ᶜḥᶜn ỉn nf smn, wdᶜ dȝdȝf „es ward ihm eine Gans gebracht und es ward ihr der Kopf abgeschnitten“ (**8**, 18).

Vgl. auch das dreimal sich wiederholende Beispiel **10**, 11. 19; **11**, 2.

§ 251. § 251. Sodann nach *ᶜḥᶜn* in:

ᶜḥᶜn wȝḥ pȝ ḳnỉw „die Sänfte wurde hingesetzt“ (**7**, 14)

ᶜḥᶜn sspd tȝ sšpt „das Haus wurde gerüstet“ (**3**, 8).

Ähnlich **7**, 9; **8**, 18. Auch ein unpersönliches passives Verbum wird so gebraucht:

---

1) Ebenso noch oft im Neuaeg. (Gr. § 159, 325), das sonst dieses Passiv kaum noch als Verbum finitum gebraucht.

ꜥḥꜥn ỉr mỉ wḏt nbt ḥnf „man that, wie seine Maj. befahl“ (**5**, 13)

ꜥḥꜥn rdỉ ꜥḥꜥ nf wỉꜣ (?) 2 „man machte, dass ihm zwei Schiffe (zur Verfügung) standen“ (**8**, 4).

§ 252. Für die Existenz einer optativischen Form bei diesem Passiv spricht die Stelle: § 252.

„man setze den Ddỉ in das Haus des Königssohns Ḥrdꜣdꜣf *ḥmsf ḫnꜥf ỉr ꜥḳwf m tꜣ ḥꜣ* er wohne mit ihm, sein Unterhalt werde zu 1000 Broten gemacht (d. h. angesetzt) (**9**, 20)[1]).

7. Die Pseudoparticipien.

§ 253. Die alte, dem semitischen Perfectum ähnliche Conjugationsart, von der wir in den §§ 67 und 77 gesprochen haben, findet sich in unserem Texte nur noch bei Intransitiven und endungslosen Passiven[2]) und auch bei diesen kaum noch als Verbum finitum. Vielmehr werden ihre Formen schon wie in den späteren Texten fast nach Art von Participien gebraucht, wenn gleich noch immer korrekt die dem einzelnen Falle angemessene Person derselben gewählt wird. § 253.

---

1) Für die Richtigkeit dieser Auffassung spricht die Stelle der Pianchistele (Z. 91), wo die Soldaten die Möglichkeit, Memphis zu erobern, erörtern:

ỉr stꜣ rs, sḫyn sꜣ r sꜣws, snḥn bk, sꜥḥꜥn ḫtw (?), ỉrn ḥtꜣtw m drw rs „es werde ein Gang(?) gegen sie gemacht, lasst uns den Boden gegen ihre Mauern erhöhen, lasst uns den Mauerbrecher(?) anbinden, lasst uns die Mastbäume aufstellen, lasst uns die Segel . . . . . gegen sie machen“.

Ähnlich wie in unserer Stelle steht auch hier das *ỉr* neben sicheren Optativen.

2) Verba, bei denen sie neuaeg. vorkommt: Gr. § 257 — doch wäre die Liste wohl sehr zu vermehren.

Anm. 1. Ein Rest des wirklich selbstständigen Gebrauches dürfte in dem *ḥsti* (9, 2) liegen, das eine höfliche Verneinung zu enthalten scheint und wohl eine 2 sg. sein könnte.

Anm. 2. Zu diesen Intransitiven zählt auch *rḫ* „wissen“, obgleich es doch (z. B. 7, 5; 9, 1. 3) ein Object nach sich haben kann.

§ 254. § 254. Über den Gebrauch des Pseudoparticips als Praedicat siehe §§. 288—295. 298. 299. — Als Attribut[1]) steht es in den Beispielen:

ḥmt wᶜb pw n Rᶜ iwrti „es ist die Frau eines Priesters des Rēᶜ, die (mit 3 Kindern) schwanger ist“ (9, 10)

m ᶜt ḫtmti „in einem verschlossenen Raum“ (11, 16).

§ 255. § 255. Als Apposition zu dem Subject eines Nominalsatzes mit *pw* steht das Pseudoparticip in den beiden Beispielen des § 284.

§ 256. § 256. Als eine Art Appositionsverhältniss wird man wohl auch den häufigen Fall empfunden haben, wo das Pseudoparticip nach den Ausdrücken für „finden“ und „siehe“ steht, um den Zustand auszudrücken, in dem man etwas findet oder sehen soll. So nach *gmt* „finden“[2]):

gmns Rdddt ḥmsti „er fand die Rdddt sitzen“ (12, 20)

gmnsn sw ᶜḥᶜ „sie fanden ihn stehen“ (10, 2)

gmnf sw sḏr „er fand ihn liegen“ (7, 15),

und so auch nach dem räthselhaften Worte *ḫn* (vgl. § 198) und nach *mᶜk*

1) Vgl. Neuaeg. Gr. § 282.
2) Ebenso Neuaeg. Gr. § 283.

ẖnsỉ ỉtỉ „sie kam“ (**12**, 24)

mᶜk-ms-sï šmtỉ „siehe sie ging“ (**12**, 23)

mᶜkwỉ ỉỉkwỉ „siehe ich komme“ (**3**, 7; **8**, 12)

mᶜkn rẖwïn smsï „siehe wir verstehen zu entbinden“ (**10**, 5).

§ 257. Gewiss sind alle diese Verwendungen des Pseudoparticips § 257.
ursprünglich anders gemeint gewesen („ein Haus (welches) verschlossen ist“, „er fand ihn (wie) er stand“, „siehe sie (wie) sie kommt“), aber dass die uns beschäftigende Epoche der Sprache davon noch ein Bewusstsein gehabt habe, erscheint mir zum mindesten zweifelhaft. Ihr sind diese Formen, so viel wir urtheilen können, bereits Participien.

8. Das Particip.

a. Das active Particip.

§ 258. Da man das Praedicat bei Transitiven durch *ẖr* mit dem In- § 258.
finitiv ausdrückt (vgl. § 285. 287. 297) und bei Intransitiven durch die Pseudoparticipien, so werden die wirklichen activen Participien in unserem Text nur attributiv verwendet. Sie richten sich dabei im Geschlecht nach dem Nomen:

pȝysn ỉtf rdȝ ỉwtn „ihr Vater, der uns abgeschickt hat“ (**11**, 12)

ᶜt wnnt ẖr ḥnws „ein Zimmer, in dem ihre Gefässe waren“ (**12**, 6)

bȝyt ẖprt „ein Wunder, das geschehen ist (zur Zeit deines Vaters)“ (**1**, 18; **4**, 18; **6**, 15).

Anm. Übrigens ist man auch in diesen Fällen nicht immer sicher, dass Participien vorliegen, denn *rd3 ỉwtn* z. B. erklärt sich vielleicht richtiger nach § 344, 1 als Relativsatz mit unterdrücktem Subject[1]).

b. Das passive Particip.

§ 259. § 259. Das passive Particip, das ja nach § 88 Anm. selten sicher kenntlich ist, findet sich mehrfach attributiv[2]) gebraucht und scheint dabei in Geschlecht und Zahl unveränderlich zu sein:

s3 stn mry n ỉtff „ein Königssohn von seinem Vater geliebt" (7, 24)

wsrw 20 bk m nb „20 Ruder in Gold gearbeitet" (5, 8)

● *ḥmꜥt ỉrỉ bk m wsmw* „die daran befindlichen Schaufeln (?) in Elektron gearbeitet" (5, 9).

§ 260. § 260. Als Substantiv ist die weibliche Form des passiven Particips sicher gebraucht in dem Ausdruck:

„ein Wunder *m ỉryt ḫrḥb* von den gethanen des Vorlesers" d. h. von denen, die der Vorleser gethan hat. (4, 11; 6, 16).

Es wäre möglich, dass auch *wḏt nbt ḥnf* (1, 16 u. o.; vgl. § 90. 345) und *ḏdtf* (8, 20, vgl. § 271) hierher gehörten.

§ 261. § 261. Die Form *nỉsw* vom Verbum *nỉs* in der Stelle „der Gerufene kommt" (8, 11) ist vielleicht eine durch *w* substantivirte Form des Partic.

---

1) Die Existenz wirklicher transitiver Participien wird noch am besten belegt durch die koptischen Formen wie ⲙⲁⲓ-ⲛⲟⲩⲧⲉ, ⲡⲁⲥ-ⲥⲟϭⲛ, ⲙⲁⲥⲧⲉ-ⲛⲟⲩⲧⲉ usw. Vgl. die Zusammenstellung bei Stern, Kopt. Gramm. § 173.

2) Auch Neuaeg. findet es sich attributiv gebraucht (Gr. § 160. 163).

passivi, die dann zu den analogen Bildungen der alten Sprache (vgl. Ä. Z. 1881 S. 58) zu stellen wäre.

9. Der Infinitiv.

§ 262. Die aegyptische Syntax unterscheidet zwei Verwendungen des § 262.
Infinitiv, eine verbale und eine substantivische. Nur bei der ersteren scheint der Infinitiv seine verbale Rection zu behalten und ein Object zu sich nehmen zu können.

a. Der Infinitiv mit verbalem Sinn.

§ 263. Der Infinitiv steht zunächst als Object eines anderen Ver- § 263.
bums, so nach *rḫ* [1]) und *wḏ*:

iwf rḫ rdit šm miw „er kann machen, dass die Löwen gehen" (7, 4; ähnlich 7, 4; 8, 13)

wḏtw irt mnt iri „man befiehlt solches zu thun" (8, 17).

§ 264. Hieran schliesst sich der Gebrauch, einem Verbum, mag es § 264.
nun transitiv oder intransitiv sein, seinen eigenen Infinitiv gleichsam als Object folgen zu lassen, der Gebrauch, den die arabische Grammatik المفعول المطلق nennt:

ḫnnsn ḫnt m ḥd m ḫnt „du siehst, wie sie ein Rudern rudern herauf und herunter" (5, 4; die Construction, die an den Parallelstellen nicht wiederkehrt, scheint behaglich die Wiederholung auszudrücken: „wie sie rudern und rudern").

Anm. Das räthselhafte *ir is irt p3* (12, 15) kann nicht hierhergehören, denn der Infinitiv *irt* müsste geschrieben werden; wird die 2 sg. fem. sein.

---

1) Ebenso Neuaeg. Gr. § 300.

§ 265. § 265. Er steht nach Praepositionen, insbesondere:

1) Nach ⊂⊃ *r* mit der Bedeutung „um zu"[1]):

„ich komme ⊂⊃ [hieroglyphs] *r ḥmst ỉms* um darin zu sitzen" (3, 8 u. o.).

Anm. ⊂⊃ [hieroglyphs] *r dd* „um zu sagen" hat schon meistens den Begriff der Absicht verloren; es entspricht etwa unserm „mit den Worten" und leitet die directe Rede ein, wenn der Satz nicht schon ein Verbum des Sagens enthält[2]):

„die Frau schickte an den Hausvorsteher ⊂⊃ [hieroglyphs] *r dd* mit den Worten: lasse das Haus rüsten" (*3*, 6; ähnlich *3*, 22)

„sie ist weggegangen ⊂⊃ [hieroglyphs] *r dd* mit den Worten: ich gehe es anzeigen" (*12*, 23; aber ib. 19 mit dem Begriff der Absicht)

‚sie ist (zufällig — vgl. *12*, 13) zu mir gekommen ⊂⊃ [hieroglyphs] *r dd* und hat mir gesagt" (*12*, 24).

§ 266. 2) nach [hieroglyph] *ḥr*, um eine die Haupthandlung begleitende Nebenhandlung auszudrücken[3]):

[hieroglyphs] *wrỉns ỉm ḥr swrỉ* „sie weilte dort trinkend" (2, 9; ähnlich 7, 7)

„er ging mit ihm [hieroglyphs] *ḥr rdỉt nf ˁf* indem er ihm den Arm reichte" (8, 2)

„die Gans stand da [hieroglyphs] *ḥr gỉgỉ* und gackerte" (8, 23; ähnlich 8, 21).

Anm. Über den Gebrauch dieses *ḥr* mit dem Infinitiv in Nominalsätzen vgl. §§ 285. 287. 297.

§ 267. 3) nach [hieroglyph] *n* mit causaler Bedeutung[4]):

---

1) Ebenso Neuaeg. Gr. § 297.
2) Ebenso Neuaeg. Gr. § 371. 372.
3) Ebenso Neuaeg. Gr. § 299.
4) Vgl. Neuaeg. Gr. § 296, wo auch eine causale Bedeutung passt.

„du wirst fröhlich *n mꜣꜣ ḫnnsn* wenn (? weil ?) du siehst, wie sie rudern“ (**5,** 4. 15; **6,** 2).

4) nach *m* in[1]): § 268.

„sie ruderten *m ḫd m ḫnt* herab und herauf“ (**5,** 4. 14)

„sie reinigte sich *m wʿb n hrw 14* mit einer Reinigung von 14 Tagen“ (**11,** 18).

In der letzteren Stelle und ebenso **12,** 10 bezeichnet *m* das Werkzeug.

5) nach *ḥnʿ* in den merkwürdigen Beispielen: § 269.

. . . . *im dꜣtw mꜣʿ tꜣ 1000 n stn . . tꜣ Nbkꜣ . . ḥnʿ rdꜣt dꜣtw šns* 1 . . . *n ḫrḥb* „es mögen 1000 Brode dem König Nbkꜣ gegeben werden und es möge ein *šns*-brod dem Vorleser gegeben werden“ (**4,** 14; **6,** 20)[2])

. . . . *im intw ni sthmt 20 . . . ḥnʿ rdꜣt intw ni iꜣdt 20 ḥnʿ rdꜣt nn iꜣdt n nn ḥmt* „lasse mir 20 Weiber bringen . . . . und lasse mir 20 Netze bringen und gieb diese Netze diesen Weibern“ (**5,** 10—11)

---

1) l. l. § 295, wo auch die Bedeutung des Werkzeugs passt.

2) Ich verdanke meinem Freunde Borchardt die Mittheilung, dass in den von ihm entzifferten, merkwürdigen Ausgaberegistern des Kön. Hofes aus Dyn. 13. ganz dieselbe Construction vorkommt: . . . . *im fꜣtw n . . . ḥnʿ rdꜣi fꜣtw n . . .* „es möge an NN . . . gezahlt werden und es möge an NN. . . . gezahlt werden“ (Pap. Bulaq 18, Taff. 16. 20).

iwf ḥr im tꜣ 500, rmn n kꜣ m iwf, ḥnꜥ swrỉ ḥḳt ds 100 „er isst 500 Brode, eine Rinderkeule(?) an Fleisch und trinkt 100 Krug Bier“ (**7**, 3).

In diesen Beispielen setzt der Infinitiv — ähnlich wie der neuaegyptische und koptische Conjunctiv — die vorhergehende Verbalform fort.

§ 270. § 270. Der Infinitiv steht absolut, um die begleitenden Umstände einer Handlung auszudrücken; welcher Unterschied in der Bedeutung gegenüber der Construction mit besteht, lässt sich nicht sicher sehen:

ꜥḥꜥns grtỉ in ḫnt „sie hörte auf und ruderte nicht“ (**5**, 17. 18. 20; **6**, 4)

„wir sind hergekommen *in irt bỉꜣyt* ohne Wunder zu thun“ (**11**, 11).

Man beachte, dass diese beiden Beispiele unseres Textes negirt sind.

b. Der Infinitiv als Nomen.

§ 271. § 271. Der Infinitiv kann unter Umständen einen Pluralis bilden. Es liegen im Westcar folgende Fälle vor, die hierher gehören:

„sie hörte Gesang, Musik, Tanz *irt nbt n stn* und alles, was man einem König thut“ (**12**, 2)

Ḥḳt ḥr sḫꜣḫ mswt „Hekt beschleunigte die Geburt“ (**10**, 8. 15. 23)

ꜥḥꜥn innf nꜣn mw n pꜣ š r ꜥḥꜥwsn „er brachte die Wasser des Sees auf ihren (früheren) Standort“ (**6**, 13).

Dazu tritt vielleicht noch das (**8**, 20) „sein Sagen“, wenn

anders dies kein Schreibfehler für *ḏdtnf* ist, was in den drei Parallelstellen steht.

Die besondere Bedeutung des pluralischen Infinitivs ist vermuthlich eine mehr substantivische; bemerkenswerth ist übrigens, dass gerade *ʿḥʿw*, *mswt* und *ỉrwt* auch in alten Texten beliebt sind.

§ 272. Der Infinitiv kann als zweites Glied einer Genetivverbindung stehen, so sicher in § 272.

ỉst ḳrs „eine Stätte des Begrabens" (7, 8).

§ 273. Der determinirte Infinitiv, der im Neuaegyptischen eine so grosse Rolle spielt[1]), ist unserem Text noch ganz fremd. Höchstens könnte man das *pꜣ ḏd* in der Stelle: § 273.

ỉn ỉw mꜣʿt pw pꜣ ḏd ỉwk rḫtỉ „ist es wahr, was man sagt, du wissest?" (8, 13; ähnlich 9, 1)

so auffassen; doch liegt die Erklärung als passives Particip[2]) näher.

II. Syntax des Satzes.

A. Der Nominalsatz und seine Derivata.

1. Der echte Nominalsatz.

§ 274. Der Nominalsatz im eigentlichen Sinne ist der Satz, dessen Praedicat ein Nomen oder ein praepositioneller Ausdruck ist[3]). Das Subject desselben steht an erster, das Praedicat an zweiter Stelle, eine Verknüpfung beider findet nicht statt: § 274.

---

1) Neuaeg. Gr. § 287—294.

2) Vgl. indessen auch die Formen l. l. 386, 2.

3) Ich verdanke diese Anschauung und die daraus gezogene Folgerung des § 285 Herrn cand. phil. Krebs.

iꜣwt ist mnỉt „das Alter ist der Ort des Verscheidens“ (7, 17)

ḏꜣḏꜣs ḥr mꜣists „ihr Haupt lag auf dem Schoosse“ (12, 20).

§ 275. § 275. Ist das Subject ein Nomen, so bleibt es ohne einleitendes Hülfsverbum; Ausnahmen wie:

iw ḥrtk mi ꜥnḫ tp m tnỉ „dein Befinden ist wie das eines, der (noch) vor dem Alter lebt“ (7, 17)

sind selten[1]).

Anm. Das *iw* in den Stellen *9*, 4; *11*, 24 ist nicht Hülfsverb, sondern bedeutet „es existirt“.

§ 276. § 276. Ist das Subject dagegen ein Pronomen, so gebraucht man das Hülfsverbum *iw*[2]):

iwf m nḏs n rnpt 110 „er ist ein Bürger von 110 Jahren“ (7, 1).

§ 277. § 277. Die Bedeutung dieser Satzform ist natürlich eine beschreibende, nicht eine erzählende. Ihr Gebrauch ist ein recht weiter und deckt sich zum Theil mit dem des Indicativs und der *n*-Form beim Verbum.

§ 278. 1) Sie steht, wo man eine Thatsache als solche ausspricht:

iꜣwt ist mnỉt „das Alter ist ein Ort des Verscheidens“ (7, 17).

§ 279. 2) In Relativsätzen:

---

1) Das Neuaeg. macht einen Gebrauchsunterschied; der Nominalsatz ohne Einführung dient besonders dazu, eine Thatsache auszusprechen (Gr. § 210. 212. 319. 397), der mit *iw* eingeleitete dient zu Schilderungen (l. l. 224. 225).

2) Das Neuaeg. benutzt in erster Linie sein neues Hülfswort *tw-*, das Verbum *iw* reservirt es wieder für Schilderungen (vgl. die Beispiele des § 180).

ìw wn nḏs, Ddì rnf „es ist das ein Bürger, welcher Dedì heisst“ (**7**, 1; ähnlich **9**, 5)

ḫrd n mḥ 1, rd ḳrswf, nḫbt ʿtf m nb „ein Kind von einer Elle, dessen Knochen gesund sind und dessen Gelenke (?) aus Gold sind“ (**10**, 11. 18. 24; vgl. auch **7**, 13).

3) Um den Nebenumstand einer Handlung auszudrücken: § 280.

wḏì pw ìrn nn nṯrw, ìrnsn ḫprwsn m ḫnyt, Ḫnmw ḥnʿsn ḥr ḳnì „Diese Götter gingen und verwandelten sich in Tänzerinnen (?) und Chnum war mit ihnen als Sänftenträger“. (**10**, 1; verwendete man hier ein Verbum, so müsste es heissen).

4) Wie ein Pseudoparticip (vgl. § 256) und parallel zu einem § 281.
solchen nach *gmt* „finden“, um den Zustand auszudrücken, in dem sich das gefundene Object befindet:

gmnf Rdddt ḥmstì, ḏȝdȝs ḥr mȝìsts, ìbs ḫw r ȝḫt nbt „er fand die Rdddt sitzend, indem ihr Haupt auf dem Schooss lag und ihr Herz sehr traurig war“ (**12**, 20; ähnlich **7**, 15).

§ 282. Die Form des Nominalsatzes, in der ein adjectivisches Prae- § 282.
dicat vor das Subject[1]) gesetzt ist (wie *nfrwï ḥrk* „wie schön ist dein Gesicht“), liegt vielleicht in dem *nḏm ìbk* (**11**, 5) vor. Doch muss dieser Ausruf wohl optativischen Sinn haben („süss sei dein Herz“, d. h. freue dich), und da dieser bei einem Nominalsatz kaum denkbar wäre, so liegt es wohl näher, *nḏm* hier als ein Verbum zu fassen.

1) Vgl. Neuaeg. Gr. § 318.

2. Der Nominalsatz mit pw.

§ 283. § 283. Der Satz, der nur die Identität des Subjects ausdrücken soll, der also im Deutschen „es“ zum Praedicat hat („es ist eine Frau“), erhält im Aegyptischen das alte Demonstrativum *pw* zum Praedicat:

ḥmt wˁb pw n Rˁ „es ist die Frau eines Priesters des Reˁ“ (**9**, 9)

st pw ntt ḥr mns „es ist eine Frau (hier), welche Wehen(?) hat“ (**10**, 4)

tꜣ pw ktt ḫprt m pꜣ pr „es ist diese Kleine, die im Haus war“ (die an meiner Trauer Schuld ist) (**12**, 22).

§ 284. § 284. Auch die Sätze:

nisw pw iy (**8**, 11)

... *nḫiw pw ḫr ḥr mw* (**6**, 5)

werden ebenso aufzufassen sein, sodass man zu übertragen hat:

„der Gerufene ist es, welcher kommt“,

„das *Nḫiw* ist es, das ins Wasser gefallen ist“ [1]).

Vgl. noch das unverständliche Beispiel **11**, 23.

3. Der Nominalsatz mit verbalem Praedicat.

§ 285. § 285. Das Muster der Nominalsätze hat man nun auch auf Sätze übertragen, die ein verbales Praedicat haben. Zwischen den beiden Möglichkeiten, das Praedicat auszudrücken, die dabei vorliegen — durch

---

1) Zur Erklärung dieser Sätze hilft wesentlich das neuaeg. Beispiel: *bwiꜣyt ˁꜣt tꜣi ḫprti* „ein grosses Wunder ist es, das geschehen ist“ (d’Orb. 15, 4), bei dem über die Auffassung der Verbalform ja kein Zweifel bestehen kann.

eine Praeposition mit Infinitiv und durch eine Participialform — macht man dabei einen Unterschied. Der Infinitiv wird gebraucht bei activen transitiven Verben, das Pseudoparticip bei Intransitiven und Passiven.

§ 286. Wie bei dem echten Nominalsatz bleibt ein nominales Sub- § 286.
ject ohne Einleitung, während ein pronominales durch das Hülfsverb *ỉw* eingeführt wird[1]).

Anm. Über die scheinbare Ausnahme gegen diese Gesetze, die beiden Beispiele *9,* 6 und *6,* 5, siehe § 344, 1.

a. Bei transitiven Verben.

§ 287. Der Gebrauch des Nominalsatzes ist bei diesen Verben ein enger § 287.
und wohl wesentlich auf wirkliche Schilderungen beschränkt. So in:

ỉwf m nḏs n rnpt 110, ỉwf ḥr ỉm tȝ 500 „er ist ein Bürger von 110 Jahren und er isst 500 Brote (täglich)“ (7, 1. Hier soll wohl das Essen als ein gewohnheitsmässiges geschildert werden).

ʿḥʿn rdỉn sỉ ỉst ḫft ḥrs, Nbtḥt ḥȝs, Ḥḳt ḥr sḫȝḥ

1) Im Neuaeg., das von diesen Derivaten des Nominalsatzes den grössten Gebrauch macht, sind diese einfachen Verhältnisse ganz verschoben. Denn:

a) Das pronominale Subject wird, soweit es dem nominalen Subject ohne Einleitung entspricht, nicht mehr durch *ỉw*, sondern durch das Hülfswort *tw-* eingeführt. Die Unterscheidung zwischen der Construction der Transitiva und Intransitiva wird bei diesen Sätzen in der Schrift verwischt, da das *ḥr* sehr oft ausfällt, sodass man Infinitiv und Pseudoparticip nicht unterscheiden kann.

b) Das Hülfsverb *ỉw* wird sowohl bei nominalem als auch bei pronominalem Subject gebraucht und zwar

1) mit Pseudoparticipien, wo es sich um Schilderungen handelt, oft in halb participialem Sinne.
2) mit *ḥr* und dem Infinitiv, um den Fortschritt der Handlung zu bezeichnen; das *ḥr* fällt auch hier schon zuweilen aus.

Koptisch sind diese Verbindungen in folgender Weise erhalten: *twf (ḥr) sḏm* ϥⲥⲱⲧⲙ, *twf sḏm* ϥⲥⲟⲧⲙ, *ỉwf (ḥr) sḏm* ⲉϥⲥⲱⲧⲙ, *ỉwf sḏm* ⲉϥⲥⲟⲧⲙ.

mswt „Isis stellte sich vor sie, Nephthys hinter sie und Hekt beschleunigte die Geburt“ (**10,** 8. 15. 23; der Nominalsatz soll hier wohl die Thätigkeit der Hekt als eine während der ganzen Geburt andauernde schildern).

(In der anscheinend ähnlichen Stelle **10,** 14 ist *wnỉn* zu lesen.) Hieran schliesst sich der Gebrauch im Temporalsatze, vgl. § 347.

b. bei intransitiven und passiven Verben.

§ 288. § 288. Der ursprüngliche Gebrauch dürfte sich auch bei diesen Verben wesentlich auf die unter a) aufgeführten beiden Fälle beschränkt haben. Der Gebrauch in der Schilderung liegt z. B. vor in:

ỉwf m nḏs n rnpt 110, ỉwf ḥr ỉm tȝ 500 .... *ỉwf rḫ ts ḏȝḏȝ ḥsk* „er ist ein Bürger von 110 Jahren, er isst (täglich) 500 Brote .... er versteht, einen abgeschnittenen Kopf aufzusetzen“ (**7,** 4).

Ein gutes Beispiel des Gebrauchs im Temporalsatz (*ṫty nỉs* „wann der König ruft“) siehe § 347.

§ 289. **§ 289. Doch hat nun der Gebrauch des Nominalsatzes sich bei diesen** Verben ungemein weit ausgedehnt, sodass er ihre eigentliche Conjugation stark in den Hintergrund gedrängt hat[1]). In wie weit die daneben vorkommenden, gewöhnlichen Formen dieser Verba sich einen besonderen Gebrauchskreis bewahrt haben, bleibe dahingestellt.

§ 290. 1) Der Nominalsatz steht anstatt des Indicativs in der Behauptung (vgl. § 203. 249):

tȝyn šrtyt grtỉ „unsere Genossin hat aufgehört“ (**5,** 19)

---

1) Vgl. für das Neuaeg.: Gr. §. 259. 260. 262. 263; dies hat dann aber auch bei den transitiven Verben die analogen Hülfsverbalbildungen in gleicher Weise in den Vordergrund treten lassen.

„Ist das Haus gerüstet?“ Antwort: *iwf sšpd* „es ist ausgerüstet“ (**11,** 20)

„Weisst du es?“ „Ja *iwi rḫkwi* ich weiss es“ (**8,** 14).

(Aehnlich **9,** 3, aber ebenda nach der Negation *rḫi*).

2) Vermuthlich auch anstatt des Indicativs steht er nach der Conjunction *mḫt* (vgl. § 205)[1]: § 291.

mḫt nin ꜥḥꜥw mni „nachdem die Schiffe gelandet waren“ (**7,** 11)

mḫt hrw swꜣ ḥr nn „nachdem die Tage darüber hingegangen waren“ (**12,** 9)

mḫt mšrw ḫpr „nachdem es Abend geworden war“ (**3,** 10 und ähnlich, ebenfalls bei *ḫpr*, **3,** 17)

[] [] [] [] *m ḫt tꜣ ḥḏ, 2n hrw ḫpr* „nachdem die Erde hell geworden war und zwei Tage geworden waren“ (**2,** 15).

3) Ebenfalls um die Ersetzung eines Indicativ dürfte es sich in dem Beispiel: § 292.

nttn ỉwỉn „dass wir gegangen sind“ (**11,** 11) handeln. Das Subject ist dabei dem *ntt* ebenso suffigirt wie § 256 dem *mꜥk* oder § 294 dem *ꜥḥꜥn*[2]).

---

1) Ebenso Neuaeg. Gr. § 397.

2) Ebenso auch sonst nach dem substantivirenden *ntt*, vgl. z. B. *ḥr nttwi rḫkwi* „weil ich weiss“ (Totb. ed. Nav. 72, 5). Sieht man nun, wie dieses *ntt* mit dem Objectssuffix fast regelmässig in den Handschriften des n. R. zugerichtet wird (für *nttwi* steht *ntt twi, ntï twi* Totb. 17, 71; 72, 5; 153, 22 usw.; Destruction des hommes Z. 58), so kommt man auf die Vermuthung, dass in diesen missverstandenen alten Formen wie *ntï-twi* für *ntt-wi* der Keim liegt, aus dem sich das „Hülfsverb“ *twi, twk, twf* usw. des Neuaegypt. entwickelt hat. Der Gebrauch dieses Hülfswortes würde damit gut sich vereinigen lassen.

§ 293. § 293. Die Ersetzung der zum Ausdruck des Nebenumstandes gebrauchten *n*-Form durch den Nominalsatz liegt, falls die Stelle nicht, wie es allerdings scheint, verderbt ist, vor in:

ꜥḥꜥn pꜣ kꜣ ꜥḥꜥ ḥr sꜣf, . . . f ḥr r tꜣ „der Stier stand hinter ihm und sein . . . . fiel zur Erde“ (8, 26).

§ 294. § 294. Dieselbe Form vertritt der Nominalsatz nach *ꜥḥꜥn*[1]):

ꜥḥꜥn nḥꜣw n mfꜣkt mꜣt ḥr ḥr mw „das N. von neuem Malachit fiel ins Wasser“ (5, 16; 6, 2)

ꜥḥꜥn pꜣ smn ꜥḥꜥ „der Vogel stand“ (8, 23)

ꜥḥꜥn pꜣ kꜣ ꜥḥꜥ ḥr sꜣf „der Stier stand hinter ihm“ (8, 26).

Dabei wird ein pronominales Subject dem *ꜥḥꜥn* suffigirt:

ꜥḥꜥns grti „sie hörte auf“ (5, 17; 6, 3)

ꜥḥꜥns šmti „sie ging“ (12, 25).

Anm. Auffallend ist der vermuthlich mit dem *iin* des § 231 gebildete Satz *iini ꜥꜣ* (7, 20), in dem man *ꜥꜣkwi* erwarten sollte[2]).

§ 295. § 295. Einen Subjunctiv ersetzt der Nominalsatz scheinbar in dem merkwürdigen Beispiel:

---

1) Ebenso im Neuaeg. (Gr. § 264).

2) Dass kein Fehler vorliegt, lehrt das Vorkommen derselben Formel *iini ꜥꜣ* T((ed. Nav.) 125, Schlussrede Z. 15 und 44. Vgl. auch die Stellen *nti-twi ꜥꜣ* (Destruc des hommes 58), *mꜥktw ꜥꜣ* (Saneha 77), *iwk ꜥꜣ* (Mar. Abyd. I, 6, 39), wo man an ꜥꜣ ebenfalls *ꜥꜣkwi* beziehentlich *ꜥꜣti* erwarten sollte. Es muss mit diesem Verbum eigene Bewandtniss haben.

ḥꜣ dꜣtn pꜣ ît ꜥꜣ m ꜥt ḫtmtî „lasst diese Gerste in einem verschlossenen Raum liegen(?)" (**11**, 16)[1]).

c. Der Nominalsatz mit futurischer Bedeutung.

§ 296. Eine besondere Art des Nominalsatzes mit verbalem Praedicat ist diejenige, die man zur Umschreibung des Futurums verwendet und in der das Praedicat aus *r* mit dem Infinitiv besteht. Bei pronominalem Subject wird das Subject durch *îw* eingeführt und auch bei nominalem kann hier *îw* stehen[2]). § 296.

îb n ḥnk r kbb „das Herz deiner Maj. wird kühl werden beim Anblick usw." (**5**, 3)

„Wenn du das alles siehst *îw îbk r kbb ḥrs* wird dein Herz davon kühl werden" (**5**, 6; vgl. auch **5**, 7)

. . . *îwsn r îrt îꜣt twy mnḫt, îw wr nsn îmy r îrt wrmꜣ* „sie werden dies treffliche Amt verwalten . . . der älteste von ihnen wird Hoherpriester werden" (**9**, 9—12; vgl. auch **9**, 24 den futurischen Relativsatz)

îwî r šmt „ich werde gehen, es dem Könige zu melden" (**12**, 12. 23).

1) Ich kenne zwei analoge Beispiele aus sehr verschiedenen Quellen. In der alterthümlich gehaltenen Pianchistele heisst es Z. 5: *dꜣf s nb ḥms ḥr pšf* „er liess einen jeden auf seinem Antheil sitzen" und in einem ungewöhnlich vulgären, neuaeg. Texte (Salt 2, 16) steht *mtwtw dꜣt rmt rs Nfrḥtp* „man liess Leute den Nefrḥotp bewachen". In allen drei Fällen wird *dꜣt* im Sinne von „hinsetzen, hinlegen" zu nehmen sein; wie das dann folgende Verb grammatisch aufzufassen ist, bleibe dahingestellt.

2) Neuaeg. muss *îw* stehen, im Übrigen ist der Gebrauch der gleiche. Vgl. Gr. § 235 ff.

Anm. Ausserhalb derartiger Versprechen und Drohungen bleibt die Zukunft wohl unbezeichnet.

d. Der durch *wn-ỉn* eingeleitete Nominalsatz.

§ 297. § 297. Auch der Satz, in dem das Subject — sowohl das nominale als das pronominale — durch das Hülfsverb *wn-ỉn* eingeleitet wird, ist ursprünglich eine Abart des Nominalsatzes mit verbalem Praedicat. Das Gesetz, dass bei transitiven Verben *ḥr* mit dem Infinitiv, bei intransitiven aber das Pseudoparticip zu stehen hat, gilt auch für ihn[1]). Über seinen Gebrauch im Pap. Westcar ist etwa Folgendes festzustellen:

§ 298. § 298. Am häufigsten steht diese Form, um den Erfolg oder auch nur den Abschluss der im Vorhergehenden erzählten Handlung zu bezeichnen:

„Man brachte ihm einen Vogel, sein Kopf ward abgeschnitten, der Vogel ward in die westliche und sein Kopf in die östliche Ecke gelegt, Dedỉ sprach seine Zauberformel *wnỉn pꜣ smn ꜥḥꜥ* und der Vogel stand wieder da“ (8, 21; ib. 26 steht dafür *ꜥḥꜥn*)

„Der König frug: „wer ist die Reddedt“? Dedỉ sagte: „es ist eine Priesterfrau und ihre Kinder werden König sein“ *wnỉn ḥnf ỉbf wꜣ* (?) *r ẖwt* und der König wurde sehr traurig“ (9, 12)

„Das *Nḥꜣw* fiel ins Wasser, sie schwieg und ruderte nicht *wnỉn pꜣys rmn gr, ỉn ẖnt* und ihre Reihe schwieg (nun auch) und ruderte nicht“ (5, 18)

„Das Haus wurde ausgerüstet, sie kamen (dahin)

---

1) Es scheint auch neuaeg. noch in Geltung zu sein (Vgl. N. Gr. § 240. 241).

wnínsn ḥr ḫrw nfr und sie waren vergnügt“ (**3,** 9; es folgt ein neuer Abschnitt)

iw írní mí nꜣ ḏdk, wnín íb n ḥnf ḳb „ich habe gethan, wie du gesagt hast und das Herz seiner (lies: meiner) Majestät hat sich (auch wirklich) abgekühlt“ (**6,** 1; folgt die Erzählung, wie diese Freude doch gestört wurde)

„Sie wuschen das Kind . . ., *Msḫnt* trat zu ihm, sie sagte, dass es ein König sein werde *wnín Ḫnmw ḥr swḏꜣ ꜥtf* und Chnum machte seinen Leib gesund“ (folgt die Geburt eines andern Kindes) (**10,** 21; **11,** 1 und verstümmelt **10,** 4).

(Vgl. auch **4,** 2; **5,** 14; **10,** 3; **12,** 3. 8).

§ 299. Andererseits steht die Form gerade auch am Anfang eines Abschnittes, also da, wo sie im Neuaegyptischen[1]) zu stehen pflegt: § 299.

wnínsn ḥr ḫnt m ḫd m ḫnt, wnín íb n ḥnf nfr n mꜣꜣ ḫnnsn „Da ruderten sie nun herab und herauf und das Herz seiner Maj. ward froh, wie er sie rudern sah“ (**5,** 13; schon durch das Rubrum als Anfang bezeichnet)

wꜥw m nn hrw ḫpr: wnín Rdddt ḥr šnts ḳsn msss „einen von diesen Tagen geschah es: da fühlte R. ihre Wehen“ (**9,** 21, ebenfalls Rubrum).

---

1) Vgl. N. Gr. § 241; der Gebrauch als Abschluss scheint neuaeg. nicht mehr vorzukommen.

Anm. 1. Bemerkenswerth ist, dass das Verbum [hieroglyphs] „erzählen" an den vier Stellen, an denen es vorkommt, in dieser Form steht (vgl. *4*, 3; *12*, 2. 7. 15), sogar in dem Beispiel

[hieroglyphs] *š3s pw irns, wnins ḥr wḥm sḏmtns nbt* „sie ging und erzählte alles, was sie gehört hatte" (*12*, 2),

wo man nach § 221 ff. und Parallelstellen wie *12*, 13 einfach die *n*-Form *wḥmns* erwarten sollte.

Anm. 2. Es ist wohl ebenfalls nicht Zufall, dass an fünf Stellen zwei Verba dieser Form unmittelbar aufeinanderfolgen[1], z. B.

[hieroglyphs] *wnin Rdddt ḥr wḥm nf mdt tn, wnin ibf nfr r 3ḥt nbt*

„Da erzählte ihm R. diese Sache und sein Herz war sehr froh" (*12*, 7).
Ähnlich *5*, 13; *12*, 2; in umgekehrter Folge *4*, 2; unklar *2*, 11.

B. Die Theile des Satzes.

1. Wortstellung.

§ 300. **§ 300. Die regelmässige Wortstellung im Satze ist:**

1. Verbum und Subject. **2.** Object. **3.** Entfernteres Object. **Den** Schluss des Satzes bilden Ort- und Zeitbestimmungen u. ä.

[hieroglyphs] *d3n p3 it n p3yṯn ḥr-ḳni* „gebt diese Gerste eurem Sänftenträger" (**11, 7**)

[hieroglyphs] *ꜥḥꜥn rd3nf sw n p3 ḥri-pr* „er gab es dem Hausobersten" (**3,** 1; ähnlich **2,** 18).

§ 301. § 301. Ist das Object oder das entferntere Object ein Pronomen und das Subject ein Nomen, so steht das Object oder das entferntere Object vor dem Subject:

1) Vgl. auch das Beispiel Neuaeg. Gr. § 241, Anm.

ỉwḥỉn sw Ḫnmw „Chnum belud sich“ (**11**, 9)

rdỉn sỉ ỉst „Isis stellte sich“ (**10**, 8)

ʿḥʿn ṯtn sỉ msḥ „ein Krokodil nahm sie“ (**12**, 18. 26)

ʿḥʿn ḏdn ns pỉys sn „ihr Bruder sagte ihr“ (**12**, 15).

§ 302. Ist das Object ein Nomen und das entferntere Object ein Pronomen, so steht dieses letztere vor dem Object: § 302.

ḥr ḫḥỉ nf nỉn ỉpt „sich die . . . . . suchend“ (**7**, 7)

ʿḥʿn fwn nf sỉ stn Ḥrdỉdỉf ʿwỉfỉ „Prinz Hardadaf streckte ihm seine Arme entgegen“ (**8**, 1).

Anm. Wenn *12*, 17, wie es scheint, wirklich steht (*12*, 25 steht), so wäre daselbst auch ein nicht dativischer, präpositioneller Ausdruck vor ein nominales Object gestellt.

§ 303. Sind Object und entfernteres Object beides Pronomina, so steht das entferntere Object voran, wenigstens vor *sw* und *sỉ* [1]). Der Grund dieser auffallenden Erscheinung dürfte darin liegen, dass *sw* und *sỉ* zwar Pronomina sind, aber doch keine Suffixe: § 303.

ṯtn ntn sw „nehmt es euch“ (**11**, 8)

ỉn nỉ sw „bringe mir ihn“ (**8**, 9; ähnlich **7**, 9)

ỉnf nk sỉ „er bringt es dir“ (**9**, 8; ähnlich **9**, 6. 7).

1) In diesem Punkte weicht die Wortstellung von der sonst ganz gleichen des Neuaeg. ab, vgl. § 331.

§ 304. § 304. Die als Anrede gebrauchten Substantiva oder Eigennamen haben für gewöhnlich ihre Stellung nach dem ersten Satze der Rede:

„freue dich, *Rʿwsr*, dir sind 3 Kinder geboren“ (**11,** 5)

„an keinem Menschen, *ìty nbì* König, mein Herr, lasse es lieber an einem Vieh thun“ (**8,** 16).

Ähnlich **8,** 14 (wo nichts weiter folgt); **9,** 3. 13.

Die Stellen **7,** 20 und **8,** 1 bilden keine Ausnahme, denn die Anreden *ìmꜣḫy pw* und *sꜣ stn pw*, „du Ehrwürdiger“, „du Königssohn“ stehen in der That nach dem ersten Satze der Begrüssung, den Worten *nḏ ḫrt*. Die langen Reden davor sind ja nur Höflichkeiten, die dem eigentlichen Grusse zur Einleitung dienen und von ihm getrennt zu denken sind.

§ 305. § 305. Wo die Anrede am Anfang der ganzen Rede steht, wie in

snì „o mein Bruder, ich habe gethan, wie du gesagt hast, aber das und das ist geschehen“ (**6,** 1)

„o König, mein Herr, ich habe den *Ḏdì* gebracht“ (**8,** 8; vgl. auch **9,** 6)

ist sie wohl besonders betont. Die Anrede *ḥnwtì* „meine Dame“ *ḥnwtì* „meine Damen“ scheint immer so zu stehen (**10,** 4; **11,** 6; **12,** 21. 24).

Anm. Über die Stellung der Adjectiva, des Fragewortes, der Negationen usw. siehe bei den betreffenden Abschnitten.

2. Hervorhebung.

§ 306. § 306. Die Hervorhebung eines Satztheiles geschieht dadurch, dass man ihn an die Spitze ausserhalb des Satzgefüges stellt. Handelt es sich dabei um das Subject des Verbums, so wird dieses im Satze in der Regel durch ein Pronomen wieder aufgenommen.

§ 307. § 307. Das hervorgehobene Wort kann allein stehen, wie die Zeitbestimmung in:

wʿw m nn hrw ḫpr „einen von diesen Tagen geschah es“ (**9,** 21)

oder wie das Subject in

ꜥḥꜥn Rddḏt wꜥbns „R. aber reinigte sich“ (**11,** 18; ähnlich **5,** 15). Vgl. auch § 282.

§ 308. Es kann aber auch durch die Partikel eingeleitet sein[1]): § 308.

ỉr pꜣ mw ỉwf m mḥ 12 „das Wasser aber war 12 Ellen tief“ (**6,** 10).

§ 309. Häufiger noch ist es in unserem Text, dass dem hervorgehobenen Worte die hervorhebenden Wörtchen *ỉrf* und *rf* nachgesetzt werden, deren Verständniss ich meinem Freunde Borchardt verdanke. So z. B.: § 309.

„der König sprach: *ḏsk ỉrf, Ḥrḏdf sꜣỉ, ỉntwk nỉ sw* du selbst, mein Sohn Ḥ., mögest ihn mir bringen“ (**7,** 8)

pꜣ ỉrf ḏd „und dieses, was man sagt, du wissest, wo die *ỉpt* seien?“ (scil. ist das auch wahr?) (**9,** 1).

Besonders häufig ist diese Hervorhebung durch *ỉrf* in Fragesätzen, sowohl zur Betonung eines voranstehenden Fragewortes (**9,** 7. 13), als auch zur Betonung des Verbums bei nachstehendem Fragewort (**9,** 4. 15).

§ 310. *rf* findet sich, abgesehen von der fraglichen Stelle **7,** 13, § 310. nur bei dem die Parenthesen einleitenden *ỉst* (**1,** 20; **2,** 3; **6,** 10; vgl. § 190).

§ 311. Die Einleitung des hervorgehobenen Wortes durch die Partikel *ỉn* findet sich nur, wo dieses Subject ist. Das Verbum ist in diesem Falle vielleicht relativisch zu fassen, wie sicher in analogen altaegyptischen Beispielen (vgl. § 344.): § 311.

---

1) Neuaeg. geschieht die Hervorhebung fast stets durch dieses *ỉr* (Gr. § 336—338).

in m irf inf ni sì „wer wird mir es bringen?“ (9, 6)

in wr n pì ḥrdw 3 . . . inf nk sì „der älteste von den 3 Kindern . . wird es dir bringen“ (9, 7)

„(bringe nur von ihrem Korn) *kì in Rˁwsr rdìf nsn dbì irì* „Raˁwosr wird ihnen schon anderes dafür geben“ (11, 25).

Anm. Während in diesen Beispielen das durch *in* hervorgehobene Subject durch ein Pronomen wieder aufgenommen ist, fehlt diese Wiederaufnahme in dem zerstörten Beispiel

. . . . *ist rf in ḥnf im . . . . in ḥnf ir . . .* (*1,* 20—21).

Vielleicht ist dieses doppelte *in* gar nicht hierher zu stellen. — Über das *in* in der Stelle *12,* 19 siehe § 241.

§ 312. § 312. Eine Hervorhebung wird ferner durch den in § 284 besprochenen Nominalsatz mit *pw* („es ist der Gerufene, welcher kommt“) sowie durch die Sätze des § 344, 1 (mit dem Pronomen absolutum: „ich bin es, welcher ersetzt“) erreicht.

§ 313. § 313. Zur Hervorhebung darf man wohl auch den merkwürdigen Fall ziehen:

wnìn ḥnf ìbf wì r ḫwt ḥrs „das Herz seiner Maj. wurde traurig darüber“ (9, 12).

Dieselbe pleonastische Construction findet sich auch in anderen Texten[1]) bei dem Worte „König“, sie muss also etwas besonders Ehrfurchtvolles haben.

1) Vgl. *wnìn ḥnf hìbf nì* „seine Majestät schickte zu mir“ (Saneha 174); *wnìn ḥnf wšdfwì* „seine Maj. lobte mich“ (Stele eines *Ḫntmstì* unter Amenemḥeˁt II, aus der Slg. Anastasi). Sogar der Verfasser der aethiopischen Traumstele kennt diesen Gebrauch noch und schreibt *wn ḥnf ìbf nfr* für „das Herz seiner Maj. war froh“. (Mar. Mon. div. 7, 8).

§ 314. Das Gegentheil einer Hervorhebung, ein absichtliches in den Hintergrund Stellen eines Wortes, liegt vielleicht vor in dem Fragesatze: § 314.

ptï sï tꜣ Rdddt „wer ist sie, diese Reddedt?“ (**9**, 9)

und, falls keine Corruptel vorliegt, auch in dem andern:

mss ỉrf sb nw Rdddt „wann gebiert sie, die Reddedt?“ (**9**, 15).

Hier ist das Subject zuerst durch ein Pronomen gegeben und wird diesem dann gleichsam als Apposition beigefügt. Es scheint dadurch als im Verhältniss zu den andern Worten gleichgültig bezeichnet zu werden; „wer ist denn das, die R.?“ fragt der König, denn der unbekannte Name R., den ihm der Weise genannt hat, ist ihm nichts werth.

3. Ellipsen.

§ 315. Die gewöhnliche Satzbildung wird durchkreuzt durch Ellipsen. In der Regel sind dieselben dadurch hervorgerufen, dass der Erzählende oder Sprechende in einem sich zum zweiten Male ähnlich wiederholenden Satz die Wiederholung der unwichtigeren, identischen Theile desselben unterlässt, da sie der Hörer sich selbst ergänzen kann. § 315.

So (abgesehen von poetisch gefärbten Stellen wie **7**, 18ff. ib. 21, für deren parallele Glieder sie im Aegyptischen überhaupt characteristisch sind) in unserm Text:

ꜥḥꜥn rdỉn sï ỉst ḫft-ḥrs, Nbtḥt ḥꜣs „Isis stellte sich vor sie, Nephthys (stellte sich) hinter sie“ (**10**, 7. 14. 22).

Erste Frage: *ỉn ỉw mꜣꜥt pw pꜣ dd* „ist es wahr, was man sagt, du wissest abgeschnittene Köpfe aufzusetzen?“ (**8**, 13) — Zweite Frage nur: *pꜣ ỉrf dd* „das aber, was man sagt, du wissest die ỉpt?“ (**9**, 1).

§ 316. § 316. Besonders merkwürdig ist das Beispiel:

(der König sagte: „so bringe man mir einen Gefangenen“; Ddỉ antwortete:) *ỉn ỉs n rmt* „nicht an einem Menschen, o König, mein Herr, lasse es lieber an einem Vieh vollziehen“ (**8,** 16).

Hier hat Ddỉ in Gedanken des Königs Worte „man bringe mir einen Gefangenen“ durch die allerdings gleichbedeutenden „ich will es an einem Gefangenen vollziehen“ ersetzt und verkürzt nun demgemäss seine Antwort.

§ 317. § 317. Über die Ellipsen in den Relativsätzen vgl. § 344. — Vielleicht darf man auch die schwierigen Stellen:

ʿḥʿn ỉnnf sw, rdỉ n ḥnwtf „er brachte es und gab es seiner Herrin“ (**6,** 10; man erwartet *rdỉnf sw*),

ỉʿỉnsn sw, šʿd ḫpỉf, rdỉ ḥr ỉfdỉ „sie wuschen es und schnitten seinen Nabel ab und legten es auf ein ....“ (**10,** 12. 19; **11,** 2; man erwartet *šʿdnsn* und *rdỉnsn sw*)

als Ellipsen erklären, in denen Subject und Object des Verbums als schon im vorhergehenden Satze enthalten, übergangen wären; dass nicht etwa absolute Infinitive (vgl. § 270) vorliegen, lehrt das *rdỉ*. Auch der Satz:

ʿḥʿn rdỉns r gḥs, rdỉ m ḫnw ky ḫtm, ỉstnw m dḥr; rdỉns r ʿt wnnt ḥr ḥnws, ḫtmns ḥrf „sie legte (es) in ein . . ., legte (dieses) in einen andern Verschluss hinein, umwickelte(?) (es) mit Leder und legte es in einen Raum, in dem ihre Töpfe waren und schloss es zu“ (**12,** 5)

lässt sich in dieser Weise erklären, sonst könnte man auch *rdỉ* und *ỉstnw* als passive Participia oder wohl auch als Verba von Relativsätzen (nach § 344, 1) fassen.

Anm. Auch bei [Hieroglyphen] *iwi r šmt dd st* „ich werde gehen und es sagen“ (*12*, 12) wird man, wenn man nicht einen Schreibfehler für *r dd* annehmen will, an eine Ellipse zu denken haben.

§ 318. Andere Ellipsen entstehen durch die Lebhaftigkeit des Sprechenden, der nur das Nöthigste des Satzes sagt; so sicher in der Erklärung der *Msḫnt*: § 318.

[Hieroglyphen] *stn irtfi stnyt* „ein König, der herrschen wird“ (scil. ist dieses Kind. **10,** 13. 21; **11,** 1).

Anm. Vgl. auch [Hieroglyphen] *irt r tn* „wohin machst du?“ (scil. deinen Weg) d. h. „wohin gehst du?“ [1]).

4. Betonung im Satze.

§ 319. Wieweit die Betonungs- und Enttonungserscheinungen, die im Koptischen eine so grosse Rolle spielen, auch schon in der Periode des Westcar geherrscht haben, ist nicht zu ersehen. Nur aus der Stellung derjenigen Partikeln, die sich enklitisch an das erste Wort des Satzes hängen, ist zu ersehen, dass der Sprache einige Complexe als ein Ganzes gelten und andere nicht. § 319.

§ 320. Als ein Ganzes gelten danach: § 320.

1) die beiden in der alten Genetivverbindung vereinigten Worte:

[Hieroglyphen] *ḥmt-wʿb-pw n Rʿ* „es ist die Frau eines Priesters des Reʿ“ (**9,** 9).

2) die Negation [Hieroglyphe] und das negirte Wort in dem Beispiel

[Hieroglyphen] *in-inwk-is inn nk si* „ich bringe es dir nicht“ (**9,** 6).

3) der Infinitiv und das ihm folgende [Hieroglyphen] *pw-ir*, wenn anders der Stelle **12,** 19 zu trauen ist.

---

1) Ebenfalls mit Ellipse sagt man neuaeg.: *iwk r tn* „wohin bist du?“ (scil. gehend) (Gr. § 181).

§ 321. § 321. Nicht ein Ganzes bilden dagegen:

1) die Negation [hieroglyphs] und das negirte Wort in dem Beispiel:

[hieroglyphs] *in-is n rmt* „keinem Menschen" (**8**, 16).

2) das Hülfsverb *iw* und das Verb:

[hieroglyphs] *iwi-ḥm r irt* „ich aber werde machen" (**5**, 7)

[hieroglyphs] *iwi-swt rḫkwi* „ich weiss aber" (**9**, 3)

[hieroglyphs] *tmtw-ms in ḥnw ḥr m* „warum bringt man nicht Gefässe" (**11**, 22).

3) das Verbum und das Object in den Beispielen:

[hieroglyphs] *mꜥk-ms si šmti* „siehe, sie ist nicht gekommen" (**12**, 22)

[hieroglyphs] *mri-is st* „ich will es" (? **9**, 8).

4) der Artikel, wenn er betont ist, und das Substantiv:

[hieroglyphs] *pꜣ-irf ḏd* „das, was man sagt" (**9**, 1).

C. Satzarten.

1. Erzählungssätze.

§ 322. § 322. Da das Einzelne schon in früheren Abschnitten der Syntax erörtert ist, so kann ich mich darauf beschränken, das eigenthümliche Bild der Erzählung hier im Ganzen zu entwerfen, indem ich für das Detail auf das an den verschiedenen Stellen Dargelegte verweise. Der characteristische Zug des erzählenden Satzes ist die Theilung des Stoffes in hauptsächliche und nebensächliche Vorgänge; der Nebenumstand wird dem Hauptvorgange angehängt und und bildet mit ihm zusammen ein Ganzes. Je lebhafter die Erzählung ist, desto weniger wird als Nebenumstand gefasst. So z. B.:

Hauptvorgang.	Nebenvorgang.
„Die Dienerin ging	sie öffnete die Kammer
Sie hörte Musik darin	
Sie ging	
da erzählte sie es der Rdddt	
da durchsuchte Rdddt die Kammer	sie fand nicht, wo es war
Sie horchte an dem *ḫr*	sie fand, dass es darin war
Sie legte es in einen	sie legte dieses in eine Kammer
	sie verschloss sie.
Raʿwoser kam nach Haus	
da erzählte es ihm Rdddt	
da freute er sich	
sie verbrachten einen frohen Tag“.	

§ 323. Zum Ausdruck des Hauptvorganges dienen in unserem Texte: § 323.

1) das durch [hieroglyphs] *ʿḥʿn* eingeleitete Verb (§§ 229ff.)

2) die *ỉn*-Form des Verbums (§ 215ff.)

3) die Form mit [hieroglyphs] *pw ỉrn* (§ 238ff.)

4) der mit [hieroglyphs] *wnỉn* gebildete Satz (§ 297ff.).

Die erste Ausdrucksweise ist die gewöhnliche, die anderen verleihen der Erzählung bestimmte Nuancen.

§ 324. Der Nebenumstand wird ausgedrückt: § 324.

1) durch die *n*-Form bei activen Verben (§ 221ff.) und bei passiven auf *tw* (§ 248)

2) durch die Grundform des Verbums bei den endungslosen Passiven (§ 250)

3) durch den Nominalsatz bei intransitiven Verben (§ 293)

4) eventuell auch durch den rein nominalen Satz (§ 280).

2. Fragesätze.

§ 325. Die Bezeichnung der Frage nur durch den Ton liegt vor in § 325.
der an den König gerichteten, halb rhetorischen Frage:

[hieroglyphs] *mꜥk in wḏtw* „siehe, befiehlt man nicht?" d. h. „befiehl doch!" (**8**, 17).

Anm. Die Frage *9*, 1 gehört nicht hierher, da sie nur eine elliptische Wiederholung der Frage *8*, 13 bildet.

§ 326. § 326. Enthält der Fragesatz nicht schon eines der Frageworte wie „was? wo? wann?", so leitet man ihn durch die Partikel [hieroglyph] *in* ein, die vor das den Satz beginnende Verbum tritt; beginnt der Satz mit einem Nomen, so gebraucht man anstatt des einfachen *in* die Verbindung [hieroglyphs] *in iw* „ist es?". Eine besondere Nuancirung scheint das *in*, *in iw* der Frage nicht zu verleihen[1]):

[hieroglyphs] *in iw pꜣ pr sšpd* „ist das Haus gerüstet?" (**11**, 19; ausserhalb der Frage *pꜣ pr sšpd*)

[hieroglyphs] *in iw mꜣꜥt pw pꜣ ḏd* „ist es wahr, was was sagt?" (**8**, 13; ausserhalb der Frage *mꜣꜥt pw*)

[hieroglyphs] *in irtw ḥr pꜣ ḫrdw 3* „ist es wegen der 3 Kinder?" (**9**, 13).

Aber **12**, 11 scheint eine unwillige rhetorische Frage zu sein („thut sie das?" = „soll sie das thun?") und ebenso entspricht das negirte [hieroglyphs] *in in ḫnnntn* (**5**, 19) offenbar unserm deutschen unwilligen „rudert ihr denn nicht?"

§ 327. § 327. Das Fragewort [hieroglyphs], [hieroglyphs] *m* entspricht im Westcar noch den späteren Frageworten ⲁⲱ und ⲛⲓⲙ[2]) und bedeutet „was?" und „wer?". Es steht meist am Ende des Satzes:

[hieroglyphs] *tmt ḫn ḥr m* „warum ruderst du nicht?" (**6**, 5 = **5**, 20; ähnlich auch **9**, 7; **11**, 22; **12**, 22)

---

1) Neuaeg. wohl anders (Gr. § 356); die Partikel ist hier schon selten.
2) Neuaeg. existiren diese beiden schon wie im Kopt.; dagegen ist *m* verschwunden.

als Subject aber hervorgehoben am Anfang:

ỉn m ỉrf ỉnf nỉ sỉ „wer ist es, der es mir bringt?“ (**9**, 7)[1]).

Anm. Ist etwa aus dieser letzteren, gewiss häufigen Verbindung das *nỉm* ⲛⲓⲙ entstanden[2]).

§ 328. Das alte Fragewort *ỉšst*[3]) findet sich — und zwar § 328.
augenscheinlich in der üblichen Verbindung *ỉšst pw* — in der zerstörten Stelle **6**, 25: „wer ist das, Ḥardadaf?“

§ 329. Das Fragewort *ptỉ*[4]) „was ist?“, das ursprünglich § 329.
vielleicht „erkläre“ bedeutet, scheint noch verbale Rection zu haben und ein Object zu erfordern:

ptỉ sỉ tꜣ Rdddt „wer ist das, diese Rdddt?“ (**9**, 9)

ptỉ st Ddỉ „was ist das, Ddỉ, (dass) ich dich nie gesehen habe?“ (**8**, 10)

ptỉ nꜣ nttn ỉiwỉn rs „was soll (es), dass wir zu ihr gegangen sind?“ (**11**, 10)

(Vgl. auch **9**, 13).

Nur in *ptỉ ỉrỉ ntn* „was soll ich euch thun?“ (**11**, 6) scheint *ptỉ* wie eine Fragepartikel zu stehen.

---

1) Wörtlich ebenso Ebers 59, 10 in einer Zauberformel (Antwort *ỉnwk ỉnỉ sw* „ich bringe es“).

2) Vgl. auch Totb. ed. Nav. 125 Schlussrede, 21 die Varianten (7 Hss.) (1 Hs.) (2 Hss.)

3) Vgl. Goodwin in Ä. Z. 1876, 105. Die Frage scheint meist allgemein „was ist das?“; vgl. indess Totb. ed. Nav. 149d, 27, wo „wer ist das?“ näher liegt.

4) Das *ptr* der alten Totenbuchhandschriften, das besonders in den Glossen des 17. Kapitels so oft vorkommt. Über die Orthographie von *ptỉ* vgl. oben § 4.

§ 330. § 330. Das Fragewort *tn* „wo?“[1]) haben wir in:

iw irf tn „wo ist (das)?“ (**9**, 4)

irt r tn „wohin gehst du?“ (**12**, 14).

§ 331. **§ 331. Ein Fragewort für „wann?“ liegt vor in der Stelle:**

***mss irf sb-nw Rdddt* „wann gebiert sie, die Rdddt?“ (9, 15).**

Es ist augenscheinlich aus einem fragenden *sb*[2]) und aus *nw* „Stunde (ⲛⲁⲩ) zusammengesetzt.

§ 332. **§ 332. Wie man sieht, ist die gewöhnliche Stelle des Fragewortes am Schluss des Satzes[3]); über die häufigen Hervorhebungen in Fragesätzen siehe § 309.**

3. Negativsätze.

§ 333. **§ 333. Die gewöhnliche Negation[4]) ist . Sie steht in dieser Schreibung (ohne folgendes) vor dem Verbum finitum:**

„ich suche eine Kühlung *in gmni si* und finde sie nicht“ (**5**, 1)

„es ging weg *in rḫtw bw šmnf im* und man wusste nicht, wohin es gegangen war“ (**4**, 7; ähnlich **9**, 21; **12**, 4)

in in ḫnnntn „rudert ihr denn nicht?“ (**5**, 19), sodann vor der Partikel *is* in

1) Neuaeg. (Gr. § 355) und Kopt. (ⲧⲱⲛ) erhalten.

2) Von demselben *sb* ist das Fragewort *sbi*, *sby* abgeleitet, das z. B. Totb. ed. Nav. 125 Schlussrede, 46 in *sby pw* „wer ist das?“ (Antwort „es ist Osiris“) vorliegt.

3) Neuaeg. auch meist so; die häufige Stellung von *iḫ* und *nim* am Satzanfang wird als alte Hervorhebung zu erklären sein.

4) Im Neuaeg., das vier neue Negationen besitzt, ist der Gebrauch von *in* theils zurückgegangen und theils verschoben.

[hieroglyphs] *ỉn ỉs n rmt* „nicht an einem Menschen“ (scil. lasse es thun) (**8**, 16)

und vielleicht vor einem Substantiv in der unklaren Stelle **5**, 11.

§ 334. Dieselbe Negation hat die Gestalt [hieroglyphs] vor dem absoluten Infinitiv: § 334.

„Sie hörte auf [hieroglyphs] *ỉn ḫnt* indem sie nicht ruderte“ (**5**, 17. 18. 20; **6**, 4)

„warum sind wir hierhergekommen [hieroglyphs] *ỉn ỉrt bỉȝyt* ohne Wunder zu thun“ (**11**, 11)

sowie vor dem Subject, das sie von der zu ihr gehörigen Partikel [hieroglyphs] *ỉs* trennt:

[hieroglyphs] *ỉn ỉnwk ỉs ỉnn nk sỉ* „ich bringe sie dir nicht“ (**9**, 6).

Endlich auch in der unklaren Stelle **7**, 19.

§ 335. Die Negation *tm*, die ursprünglich ein Verbum (etwa „unterlassen“) ist[1]) und daher noch wie ein solches die Personalsuffixe erhält, findet sich in den Fragesätzen: § 335.

[hieroglyphs] *tmt ḫn ḥr m* „warum ruderst du nicht?“ (**5**, 20; **6**, 5)

[hieroglyphs] *tmtw ms ỉn hnw ḥr m* „warum hat man keine Gefässe gebracht?“ (**11**, 21).

§ 336. Eine auch sonst zu belegende merkwürdige Verbindung liegt vor in[2]): § 336.

---

1) Im Neuaeg. ist *tm* (wie Kopt. тм-) zu einem Negativpraefix geworden (Gr. § 352). Nur mit finaler Bedeutung hat sich die flektirte Form erhalten (l. l. § 378).

2) In der Regel folgt auf *tm r*ᶜ ein abhängiger Satz und das Ganze bedeutet infinitivisch „verhindern, dass etwas geschieht“ (So oft im Ebers in den Überschriften der Recepte; Totb. ed. Nav. 43, 1 u. o.). Nicht infinitivisch — also unserer Stelle analog — scheint es Ebers 36, 21 gebraucht zu sein.

„was ist es Dedi, *tm rʿ (?rdi?) mini tw* dass ich dich nicht gesehen habe?“ (8, 11).

Vgl. auch die zerstörte Stelle 4, 21.

§ 337. § 337. Die Negation des Imperativs liegt nur in der Beschwörung *imk wsr* „sei nicht stark“ (10, 9. 16. 23) vor[1]).

4. Relativsätze.

§ 338. § 338. Der Pap. Westcar[2]) macht noch einen weiten Gebrauch von der directen Anknüpfung des Relativsatzes; *nti* benutzt er noch meist nur als relatives Adjectivum, er verwendet es also in Sätzen, in denen es das Subject bildet.

§ 339. § 339. Man knüpft die Grundform (vgl. § 206—207) des Verbums oder bei perfectischer Bedeutung die *n*-Form (vgl. § 225) direct an, wenn das Subject derselben verschieden ist von dem Nomen, an das der Relativsatz sich anschliesst[3]). Die Veränderung des Verbalstammes, die in der alten Sprache bei weiblichen Substantiven Gesetz ist, kommt nicht mehr vor:

.... *ḥrd . . . rd ḳrswf* „ein Kind, dessen Knochen gesund sind“ (10, 10. 18. 25)

mdt tn irn pꜣ nds m prf „diese Sache, die der Jüngling in seinem Hause gethan hatte“ (4, 4)

. . . *biꜣyt . . . smin* „ein Wunder .... das wir ihrem Vater melden (könnten)“ (11, 12)

---

1) Neuaeg. ist dies *im*- kaum noch lebendig (vgl. Gr. § 277).

2) Das Neuaeg. (Gr. § 387. 391, vgl. auch 386) und das Kopt. (Stern, § 439) verlangen, dass das Nomen, an das der Relativsatz sich knüpft, determiniert sei. Davon weiss unser Text noch nichts.

3) Lässt man die oben geäusserte Vermuthung gelten, dass das Relativum *i* des Neuaeg. das alte Praefix der relativen Verben ist, so wären hierzu die §§ 386. 391—394 der N. Gr. zu vergleichen.

bw irw st im „der Ort, in welchem sie waren“ (**12**, 13; vgl. über diese Form § 171)

bw iinsn im „der Ort, von welchem sie gekommen waren“ (**11**, 10; ähnlich **4**, 7).

Anm. Hierhin gehört wohl auch das *nꜣ ddk* (? *ddnk*) „das was du gesagt hast“ [1]) (*6*, 1).

§ 340. Ebenso knüpft man den echten Nominalsatz[2]) direct an, wenn sein Subject verschieden ist von dem Nomen, an das er sich anschliesst; negative Nominalsätze aber und solche, deren Praedicat eine Praeposition mit Suffix ist, scheinen schon nicht mehr direct angeknüpft werden zu können. Also: § 340.

m ꜥt sipti rns „in einem Haus, das S. heisst“ (**9**, 5; ähnlich **7**, 1)

ḫrd n mḥ 1 . . . nḫbt ꜥtf m nb, ꜥfntf m ḥsbd mꜣꜥ „ein Kind von einer Elle . . , dessen Gelenke (?) aus Gold und dessen Kopftuch aus ächtem Lapislazuli waren“ (**10**, 10. 18. 25).

§ 341. Das Relativum lautet im Masculinum *nti*, im Femininum *ntt* (**3**, 7; **10**, 4); der Pluralis *ntiw* (**6**, 23) scheint nur noch substantivisch gebraucht zu sein, sonst lautet er bei Masc. und Fem. schon *nti* (**5**, 11; **12**, 11). § 341.

§ 342. Es wird seiner ursprünglichen adjectivischen Natur entsprechend zunächst da gebraucht, wo das Subject des Relativsatzes iden- § 342.

1) Vgl. *nꜣ ddwk*, *nꜣ hꜣbk*, *pꜣ ddk* u. a. Neuaeg. Gr. § 386.
2) Neuaeg. ist dies sehr selten (l. l.).

tisch ist mit dem Nomen, an das er anknüpft; es vertritt alsdann dieses Subject im Relativsatze[1]):

[Hieroglyphen] *pꜣ ḥri-pr nti m šꜣ pꜣ š* „der Hausoberste, der den See verwaltete" (**3**, 6; ähnlich **2**, 7)

[Hieroglyphen] *pꜣ ḥrdw 3 nti m ḫts, nti r ỉrt ỉꜣt twy* „die 3 Kinder, die in ihrem Leibe sind, welche dieses Amt verwalten werden" (**9**, 24)

[Hieroglyphen] *st pw ntt ḥr mns* „es ist eine Frau, die Wehen(?) hat" (**10**, 4)

[Hieroglyphen] *m rḫtn ntiw swꜣ* „von dem, was die Dahingegangenen wussten" (**6**, 23)

[Hieroglyphen] *nꜣn rmt nti m pꜣ pr* „die Leute, die in dem Hause waren" (**12**, 11; ähnlich **3**, 7; **8**, 15; **9**, 7).

§ 343. § 343. Gewiss sekundär ist der Gebrauch von [Hieroglyphen] *nti* zur Anknüpfung von Relativsätzen, deren Subject verschieden ist von dem Nomen, an das sie sich anschliessen; *nti* spielt hier schon die Rolle einer Relativpartikel, wie im Neuaegyptischen[2]) und Koptischen und ist unveränderlich. So bei zwei Nominalsätzen, deren Praedicat eine Praeposition mit Suffix ist:

[Hieroglyphen] *m wsḫ nti sꜣ stn Ḥrdꜣdꜣf ỉmf* „in einem Schiff, in welchem sich Prinz H. befand" (**8**, 5)

[Hieroglyphen] *bw nti st ỉm* „der Ort, in welchem sie sind" (**9**, 3)

und bei dem negirten Satze:

1) Neuaeg. Gr. § 388.
2) Neuaeg. Gr. § 387.

st ḥmt 20 . . . nti in ipṯsn m mst „20 Frauen, die nicht geboren haben“ (**5,** 11).

§ 344. Ist das Nomen, an das ein Relativsatz anknüpft, in demselben durch ein Pronomen vertreten, so fällt dasselbe[1]) aus: § 344.

1) Wenn es Subject ist; vgl. ausser § 342 und § 258 Anm. die Stellen:

„das Haus ist mit allem Guten ausgestattet, ausgenommen mit *hnw, in intw* Gefässen, welche nicht gebracht sind“ (**11,** 21)

in inwk is inn nk si „ich bin es nicht, der sie dir bringt“ (**9,** 6)

inwk ḏbȝ sw „ich bin es, der es (dir) ersetzt“ (**6,** 5)[2]).

2) Ebenso, wenn es Object ist, vgl. die Beispiele **4,** 4; **11,** 12 in § 339.

3) In der praepositionellen Verbindung *imf,* wenn es sich auf *bw* „der Ort“ bezieht; vgl. **9,** 3 in § 343 und **4,** 7; **11,** 10 in § 339.

4) Als Possessivpronomen ausnahmsweise und vielleicht inkorrekt in: *ḳniw n hbni nbȝw m ssnm* „eine Ebenholzsänfte, (deren) Tragstangen aus Ssnmholz waren“ (**7,** 12).

Anm. Wenn die Verben in den Sätzen des § 311 wirklich, wie es scheint, relativischer Natur sind, so würden diese eine Ausnahme von der unter 1) gegebenen Be-

1) Die Fälle stimmen mit denen des Neuaeg. überein (Gr. § 381—383).

2) Dass hier wirklich Relativsätze vorliegen, lehren die Neuaeg. Gr. § 70 angeführten Beispiele, die bei den Verben das Relativpraefix ausschreiben.

stimmung machen, da sie anstatt des zu erwartenden *in Rʿwsr rdἰ* „Rʿwsr ist es, welcher giebt" *in Rʿwsr rdἰf* (*11*, 25) usw. schreiben [1]).

5. Substantivirte Sätze.

§ 345. § 345. Die substantivirten Sätze und Verbalformen — vgl. § 90. 91. — können ganz wie ein wirkliches Substantiv das Object eines Verbums bilden und von Praepositionen abhängen. In wie weit sich die substantivirte Grundform des Verbums von seiner substantivirten *n*-Form in der Bedeutung scheidet, ist nicht sicher zu ersehen; die Annahme eines Temporalunterschiedes (wie in § 339) passt gut für die Beispiele:

wnἰns ḥr wḥm sḏmtns nbt n Rdddt „sie erzählte alles, was sie gehört hatte, der Rdddt" (**12**, 2)

ʿḥʿn ḏdn Ddἰ ḏdtnf m ḥkἰ „Dedi sagte, was er sagte, als Zauber" (**8**, 25 = **6**, 8; **6**, 12)

m rḫtn ntἰw swἰ „von dem, was die vorübergegangenen (Geschlechter) wussten" (**6**, 23)

šps n dἰdἰ stn „das Trefflichste von dem, was der König giebt" (**7**, 21. Über das Fehlen des *t* bei *dἰdἰ* vgl. § 91).

Nicht passen würde sie für das Beispiel:

mἰ wḏt nbt ḥnf „(man that) gemäss allem, was seine Maj. befohlen hatte" (**1**, 16; **4**, 17; **5**, 13; **6**, 22; **9**, 21),

doch ist dieses ja vielleicht nach § 260 als passives Particip zu erklären.

§ 346. § 346. Auf rein syntaktischem Wege erfolgt ausserdem die Substan-

1) Vgl. altaegyptisch z. B. *in ἰtf rdἰ* „sein Vater ist es, welcher giebt" (Pyr. Unas 177), *in ʿwἰ ἰdr* „die Arme sind es, welche vertreiben" (ib. 173) u. ä.

tivirung eines Satzes durch Vorsetzung des Wortes *ntt*, das gewiss eigentlich das Femininum des Relativums ist. Vgl. das Beispiel:

ptì nȝ nttn ììwìn rs „was soll dieses, dass wir zu ihr gegangen sind?" (**11**, 10; vgl. über die Verbalform § 292).

Der substantivirte Satz steht in diesem Beispiel gleichsam als Apposition zu dem Demonstrativ *nȝ*.

6. Temporalsätze.

§ 347. Mit Wahrscheinlichkeit sind als Temporalsätze aufzufassen § 347.
die beiden Beispiele:

ìwk ḥr mȝȝ sšw nfrw n šk, ìwk ḥr mȝȝ sḫtf ḥfȝtf nfrw, ìw ìbk r kbb „wenn du die schönen Sümpfe deines Sees siehst und wenn du seine schönen Felder und Ufer siehst, so wird dein Herz davon froh werden" (**5**, 5—7)

„wer gerufen wird, kommt; *ìty nìs rì, mꜥkwì ììkwì* als der König mich rief, so bin ich gekommen" (**8**, 12).

Beide geben die Zeitbestimmung also im Nominalsatz[1]) und demnach wird man auch die schwierige Stelle **3**, 16 auffassen dürfen:

(sie blieben 7 Tage lang) *pȝ nḏs m dȝt* . . . „während der Bürger in (den Klauen des Krokodiles?) war".

1) Die ähnlichen neuaeg. Beispiele sind meist durch die Partikel *ìr* eingeführt (N. Gr. § 397), die dort auch die Sätze mit *mḫt* einleitet (l. l.).

§ 348. § 348. Weit gebräuchlicher sind die mit *mḫt* „nachdem" (vgl. §§ 205. 291) gebildeten Temporalsätze. Sie pflegen in der Erzählung, durch die Partikel *ḥr* (vgl. § 191) eingeleitet, vor dem Hauptsatze zu stehen und sind ein beliebter Anfang für neue Abschnitte:

ḥr mḫt sprf r Ddi, *ˁḥˁn wꜣḥ pꜣ ḳniw* „nachdem er zu Ddi gekommen war, wurde der Tragsessel hingestellt" (ähnlich **2,** 15; **3,** 17; **7,** 11. 13; **8,** 6. 22; **12,** 9).

In directer Rede können sie auch nach dem Hauptsatze stehen:

rdꜣf nsn dbꜣ iri mḫt iwf „er giebt ihnen Ersatz dafür, nachdem er kommt (**11,** 26; vorstehend **3,** 2).

Anm. Die Bedeutung dieseses *mḫt* scheint ziemlich abgeschwächt zu sein und oft eher unserem „als" als unserem „nachdem" zu entsprechen. Eine andere Conjunction für „nachdem" siehe § 205.

7. Die untergeordneten Sätze der Veranlassung und des Befehls.

§ 349. § 349. Die Unterordnung des Satzes unter ein anderes Verbum liegt — wenn man von dem vereinzelten Falle § 210 und von den Finalsätzen § 211 absieht — nur in der häufigen Verbindung von *rdꜣt* „geben" mit einem Verbum vor, die zum Ausdruck des Causativverhältnisses dient. Wie man aus den Beispielen der §§ 209. 246 und aus den §§ 59. 60 ersehen kann, hat dieselbe die alte Causativverbindung mit praefigirtem *s* bereits in den Hintergrund gedrängt; die letztere bezeichnet fast nur noch das Verleihen einer Eigenschaft und ist ausserdem noch in einigen besonders häufig vorkommenden Causativen (*sˁḥˁ* „hinstellen, *sḫrt* „hinwerfen", *smsi* „entbinden") in Gebrauch.

§ 350. § 350. Einen besonderen Fall dieser Causativumschreibung bildet

Anm. Interessant ist der Unterschied, den der Text bei *ˁḥˁ* „stehen" zwischen den beiden Arten des Causativums macht. Das *sˁḥˁ* (*8,* 2) bedeutet einen liegenden „aufrichten", das *rdꜣt ˁḥˁf* (*8,* 4) bedeutet „machen, dass etwas dasteht".

nun die häufige Verbindung von *ỉmm* „gieb" mit einem Verbum, das in allen acht Beispielen unseres Textes im Passivum steht. Der ursprüngliche Sinn dieser Verbindung ist offenbar der, dass man, anstatt einen Befehl selbst zu ertheilen, einen anderen auffordert, die gewünschte Anordnung zu treffen. Der Satz *ỉmm ỉntw nỉ wsrw 20* (**5**, 7) bedeutet „veranlasse, dass mir 20 Ruder gebracht werden"; der Weise, der ihn zum Könige spricht, fordert also den Herrscher auf, einen Dritten mit dem Herbeischaffen der Ruder zu beauftragen (ähnlich **5**, 9; **8**, 3 und vielleicht auch **2**, 8; **3**, 7).

§ 351. In anderen Stellen aber kann von einer solchen Aufforderung § 351.
zum Erlassen eines Befehles nicht die Rede sein, und wenn der König beispielsweise zu seinem Gefolge sagt:

ỉmm ỉntw nỉ ḥnrỉ (**8**, 5),

so ergiebt die wörtliche Übertragung „veranlasse, dass mir ein Gefangener gebracht werde" nicht den richtigen Sinn. Der Satz kann vielmehr nur einen directen Befehl an die Hofleute, den Gefangenen zu bringen, enthalten, allerdings einen Befehl, der allgemein gehalten und an keinen Einzelnen gerichtet ist[1]). (Ähnlich **4**, 13; **6**, 18; **9**, 19).

§ 352. Dieser Gebrauch, der ja schliesslich zu den späteren Optativ- § 352.
bildungen[2]) geführt hat, ist offenbar sehr beliebt gewesen, sonst würde man schwerlich „gieb" anstatt durch *ỉmm* durch *ỉmm dꜣtw* „gieb, dass gegeben werde" (**4**, 13; **6**, 18; **8**, 3; **9**, 19) ausdrücken[3]). Und ebenso wenig würde man sonst anstatt *sspd tꜣ sšpdt* „mache das Landhaus bereit" *ỉmm sspdtw tꜣ sšpdt* (**2**, 8; **3**, 7) „mache, dass das L. bereit gemacht werde" sagen.

Anm. Über die Art, wie man *ỉmm* in einem zweiten coordinirten Befehl durch den Infinitiv *rdꜣt* ersetzt, vgl. § 269.

1) Vgl. Neuaeg. Gr. § 271. 2) l. l. 272.

3) Von diesem *ỉmm dꜣtw* ist das neuaeg. *ỉmmtw* Gr. § 274 offenbar eine Verkürzung, was für die Aussprache von Interesse ist.

Übersicht

der im Westcar zu belegenden Formen transitiver und intransitiver Verba.

(Paradigmata: *ḫdb* ϩⲱⲧⲃ „tödten“ und *ḫpr* ϣⲱⲡⲉ „werden“. Als Subject ist 1) die 2 m. sing. 2) das Nomen *ḥnk* „deine Majestät“ gewählt.)

I. Einfache Formen:	**Transitivum.**			**Intransitivum.**
A. Gewöhnliche Flexion:	Activ.	Passiv auf *tw*.	Endungsloses Passiv.	
1. Grundform: a. Indicativ:	*ḫdbk* *ḫdb ḥnk*	*ḫdbtwk* *ḫdbtw ḥnk*	*ḫdb ḥnk*	*ḫprk* *ḫpr ḥnk*
b. Relativform:	*ḫdbk?*			
c. Subjunctiv:	*ḫdbk* *ḫdb ḥnk*	*ḫdbtwk* *ḫdbtw ḥnk*		*ḫprk* *ḫpr ḥnk*
d. Optativ:	*ḫdbk* *ḫdb ḥnk*		*ḫdb ḥnk?*	*ḫprk* *ḫpr ḥnk*
2. *ỉn*-Form:	*ḫdbỉnk* *ḫdbỉn ḥnk*	*ḫdbỉntwk* *ḫdbỉntw ḥnk*		*ḫprỉnk* *ḫprỉn ḥnk*
3. *n*-Form:	*ḫdbnk* *ḫdbn ḥnk*	*ḫdbntwk* *ḫdbntw ḥnk*		*ḫprnk* *ḫprn ḥnk*
4. Substantivirt: a. Grundform:	*ḫdbt ḥnk?*			
b. *n*-Form:	*ḫdbtnk* *ḫdbtn ḥnk*			
5. Verbaladjectiv:	*ḫdbtfỉ* (3 m.)			
B. Alte Flexion: Pseudoparticip:			*ḫdbtỉ*	*ḫprtỉ*
C. 1. Imperativ:	*ḫdb*			*ḫpr*
2. Particip:	*ḫdb* (m.)		*ḫdb?* (m.) *ḫdb* (f.)	*ḫpr?* (m.) *ḫprt* (f.)

	Transitivum.			Intransitivum.
	Activ.	Passiv auf *tw*.	Endungsloses Passiv.	
3. Infinitiv:	*ḫdb*			*ḫpr*
II. Umschreibungen: A. 1. Einleitung durch: *ʿḥʿn*	*ʿḥʿn ḫdbnk* *ʿḥʿn ḫdbn ḥnk*	*ʿḥʿn ḫdbntwk* *ʿḥʿn ḫdbntw ḥnk*	*ʿḥʿn ḫdb ḥnk*	*ʿḥʿnk ḫpr* *ʿḥʿn ḥnk ḫpr*
2. Einleitung durch *ỉw*: a. vor der Grundform:	*ỉw ḫdbk*			
b. vor der *n*-Form:	*ỉw ḫdbnk*			
3. Umschreibung mit *-pw ỉrn-*:				*ḫprpw ỉrnk* *ḫprpw ỉrn ḥnk*
B. Nominalsatz: 1. einfacher:	*ỉwk ḥr ḫdb* *ḥnk ḥr ḫdb*		*ỉwk ḫdbtỉ* *ḥnk ḫdb*	*ỉwk ḫprtỉ* *ḥnk ḫpr*
2. mit futurischer Bedeutung:	*ỉwk r ḫdb* (*ỉw*) *ḥnk r ḫdb*			
3. mit *wnỉn*:	*wnỉnk ḥr ḫdb* *wnỉn ḥnk ḥr ḫdb*			*wnỉnk ḫprtỉ* *wnỉn ḥnk ḫpr*

Wortregister[1]).

ꜣ 1) Optativpraefix: 83. 213.
2) Verba auf *ꜣ*: zweiradikalige: 48. 62, dreiradikalige: 53. 64.

ỉ Suff. 1 sg.: 16. 66.

ỉỉt unregelmässiges Verbum: 57.

ỉỉn: 231. 294 Anm.

ỉw 1) als Einleitung des Verbums: 235 ff.
2) als Hülfsverb: 275. 276. 286. 296; vgl. auch 321.

ỉwt: unregelm. Verbum: 5. 6.

ỉm: 1) Adverb 138.

1) Die zusammengesetzten Worte sind unter ihrem ersten Bestandtheil aufgeführt.

2) Form von *m* vor Suff. 148.

im: 337.

imm: 85. 350 ff.

imy in *n . . . imy*: 141.

in 1) der Hervorhebung: 311. 344 Anm.
2) vor dem Subj. nach : 241.
3) Fragewort: 326.
4) als Verbalendung: 76.

in (?): 321. 325. 326. 333.

in (?): 320. 334.

in iw in der Frage: 326.

inwk: 15.

intw Optativform von *int* ⲉⲓⲛⲉ: 83. 214.

ir: 308.

irï: 140.

irf: 309.

irt ⲉⲓⲣⲉ unregelmässiges Verbum: 45.

irtw: 91.

is: 185.

ist: 190. 194.

išst: 328.

ꜥꜣ: 294 Anm.; vgl. auch 295.

ꜥḥꜥn: mit *n*-Form 229 ff.; mit endungslosem Passiv 251; mit Nominalsatz 294.

w 1) Endung des Nomen: 23.
2) Pluralendung: 27.
3) Endung des Verbum: 65 Anm. 261.

wꜣḥ Praeposition: 175.

wi Objectssuffix 1 sg.: 18.

wïn: 67. 77.

wꜥw: 136.

wꜥw n: 117.

wpw ḥr: 179.

wn: 46. — Als Hülfsverb: 297 ff.

wḥm: 299 Anm. 1.

wsḫ: 104.

wt 1) Endung des Nomen: 23.
2) Pluralendung: 33.

y: 1) Endung des Nomen: 24.
2) Endung des Verbum: 40. 44. 57. 61. 62. 64.

yt Endung des Nomen: 24. 35 Anm.

ï Endung (vgl. 2) des

1) Nomen: 24. 25. 29. 35 Anm.
2) Adjectiv: 38.
3) Verbum: 41. 50. 57. 61.
4) für *rí* (?): 4.

bw: 132 Anm. 138.

pꜣ 1) Demonstrativ: 96.
2) Artikel: 106.

pꜣy-: 36. 97.

pw 1) Demonstrativ: 98.
2) im Nominalsatz: 283 f. 312.
3) in . . . . . .: 238 ff. 320.

pwy: 99.

pn: 100 ff.

prn: 232.

ptí: 4. 329.

f Suff. 3 sg.: 16. 20. 66; für das Neutrum: 93 Anm.

fí 1) Dualsuffix: 17.
2) beim Verbaladjectiv: 92.

m: 148 ff. 268.

und *m* 1) Schreibung dieser Silbe: 6.
2) Fragewort: 327.

mí: 170.

mꜥ Praeposition: 171.

mꜥk (*mk?*): 6. 195 ff. 256.

mꜥt (*mt?*): 195.

mꜥtn (*mtn?*): 195 f.

mw: 105.

mbꜣḥ: 139.

mḫnw: 182.

mḫt: 205. 291. 348.

ms: 188.

msꜣ: 181.

n des Genetiv: 123; für das Femininum: 123 Anm.

und *n*, Praeposition: 5. 143 ff. 267.

n als Verbalendung: 76.

n Suff. 1 plur.: 16. 18. 66.

n: 189.

nꜣ Demonstrativ: 96.

nꜣn Artikel: 106.

nw: 123.

nw als Endung: 28.

nb: 113. 131 Anm.

nn: 100 ff.

nt: 123.

ntí: 341 ff.

nṯïw: 341.

ntt 1) Femin. des Relativ: 341.
2) zur Substantivirung: 292. 345.

r 1) als Praeposition: 159 ff. 265. (vgl. auch 296).
2) als Conjunction: 205.

rf: 310.

r mn m: 183.

rmṯ: 31.

rḫ: 253.

r sꜣ 181; als Conjunction: 205.

r gs: 180.

rdỉt 1) als unregelmässiges Verb: 58.
2) zur Umschreibung des Causativ 349.
3) mit folgendem Subjunctiv: 208. 246; mit Nominalsatz: 295.

r ḏrf: 160 Anm.

r ḏd: 265 Anm.

hrw: 28.

ḥꜣ: 173.

ḥꜣ: 213.

ḥwï: 213.

ḥm: 187.

ḥmsf als Formel: 203 Anm.

ḥnᶜ: 172. 269.

ḥnf: 313.

ḥr Schreibung: 5; Gebrauch: 165 ff. 266; Coordination: 118.

ḥr sꜣ: 181.

ḫpr: 68. 234.

ḫft ḥr: 178.

ḫn: 198. 256.

ḫr Conjunction: 191.

ḫr Conjunction: 191.

ẖr: 5. 169.

s 1) Suff. 3 sg. fem.: 16. 66; für das Neutrum: 93; für den Plural: 93 Anm. 2.
2) Causativpraefix: 59.

sw Objectspronomen: 18. 95. 303.

swt: 186.

sï 1) Objectspronomen: 18. 95. 303.
2) Dualsuffix: 17.

sb- (?): 331.

sn Suff. 3 plur.: 16. 66.

sntï: 94 Anm.

st 1) Objectspronomen: 18.
2) Pronomen absolutum: 15. Vgl. 93.

stn: 30.

kỉ: 170.

k Suff. 2 masc.: 16. 66.

kꜣ: 192. 194.

kꜣk: 193.

kwỉ: 67. 77.

ky: 136 Anm.

gmt: 224; mit folgendem Pseudoparticip: 256; mit folgendem Nominalsatz 281.

t 1) im Auslaut: 3.
2) Suff. 2 fem.: 66.

tꜣ 1) Demonstrativ: 96.
2) Artikel: 106.

tỉ: 67. 77.

tw 1) Objectspronomen: 18.
2) Passivendung: 72.
3) Optativendung: 83.

twy: 99.

ti: 29.

tp Praeposition: 174.

tp m: 177.

tm: 335.

tm rꜥ (*tm rdỉ?*): 336.

tn: 100 ff.

tn Suff. 2 plur.: 16. 66.

tn: 330.

ṯ seine Behandlung: 3.

dꜣ: 58.

dꜣdꜣ: 58.

ḏs-: 94.

ḏd, Form *ḏdyk*: 40; Formel *ḏdỉn* . . . 217; Formel *ḏdf* 202.

Sachregister.

Absicht 1) durch *r*: 164 Anm. 265.
2) A. satz: 211.
Abstractum: 30. 103.
Activ: 71.
Adjectiv 1) Plural: 29. 37.
2) Gebrauch: 131. 282.
Verbal-a. 92.
Adverb: 137 ff.
Anderer: 136 und 136 Anm.
Anrede: 304.
Apposition: 119.
Art und Weise: 155.
Artikel 1) bestimmter: 106 ff. 119. 120. 122. 129. 135. 321.
2) unbestimmter: 117.
3) ohne A. gebraucht: 107 ff. 120. Vgl. auch 111 ff.
Befehl: 85. 350. 351.
Behauptungssatz: 203. 245. 249. 278. 290.
Beschreibung siehe Schilderung.
Besitz: 124.
Bestimmtes Nomen siehe Artikel.
Betonung: 319 ff.
Bewegung, Verba der B.: 224. 238; als Einleitung anderer Verben: 227 ff. 231. 232.

Causalverhältniss siehe Grund.
Causativum: 59 ff. 349.
Collectivum: 103.
Comparativ siehe Steigerung.
Conjunctionen: 184 ff.
Coordination: 118. 269.
Dativverhältniss: 144 ff.
Demonstrativa: 96 ff.
Determination siehe Artikel.
Determinativ 1) fehlt: 9. 10.
2) mit Strich: 11.
3) mit Pluralstrich: 12. 13.
4) durch Strich ersetzt: 14.
Dualis: 34.
Dualsuffixe: 17.
Eigennamen 1) mit Artikel: 106 Anm.
2) mit Demonstrativ: 102 Anm.
Ellipse: 315 ff.
Erzählungssatz: 322.
„es“: 93.
Feierliche Ausdrücke
1) ohne Artikel: 109.
2) in *n*-Form: 226.
3) in *ín*-Form: 216. 218.
4) durch „man“: 243.
5) mit wiederholtem Subject: 313.
Femininum: 26. 32. 103.
Finalsatz siehe Absicht.
Frage: 204. 325 ff.
Futurum siehe Zukunft.
Gebäudenamen: 121.
Genera verbi: 69 ff.
Genetiv: 121 ff.
Geschlecht: 93. 104.
Gleichzeitigkeit: 168. 221. 266.
Grund: 167. 267.
Grundform des Verbums: 75. 79 ff.
Siehe auch Indicativ, Optativ, Relativform und Subjunctiv.
Mit *ìw* eingeleitet: 236.

Haupthandlung: 323.
Hervorhebung: 306 ff.
Imperativ: 85. Vgl. auch 350. 351.
Mit *nk*: 144 Anm.
Indeterminirtes Nomen: 111 ff.
Indicativ 1) Form: 81.
2) Gebrauch: 202 ff. 245. 249 ff.
Infinitiv 1) Form des I.: 89; auf *i*: 41. 50. 61.; weiblicher I.: 42 ff. 48. 51. 56. 58.
2) Gebrauch des I.: 262 ff.; absolut: 270; zur Verstärkung: 264; mit *ḥr* als Praedicat: 285. 297; im Genetiv: 121.
in-Form 1) Form: 74. 75. 76. 84.
2) Gebrauch: 215 ff. 247.
Interjection: 194.
Intransitiva: 47. 74. 288 ff.
Klassen 1) der Nomina: 21.
2) der Verba: 39 ff.
Körpertheile: 107.
Maassangaben: 120. 127. 134.
„man" für „König": 243.
Modi des Verbum: 79 ff.
Nebenhandlung und Nebenumstand
1) Allgemeines: 322. 324.
2) durch *n*-Form: 220 ff. 248.
3) durch Indicativ: 250.
4) durch Nominalsatz: 280. 293.
Negation: 245. 333 ff.
Neutrum: 93.
n-Form 1) Form: 75. 76. 84.
2) Gebrauch: 220 ff. 230. 231. 232. 237. 248.
Nomen siehe Substantiv.
Nominalbildung: 21 ff.; siehe auch Substantivirung.
Nominalsatz 1) echter: 274 ff. 340.
2) mit verbalem Praedicat: 285 ff. 296. 297 ff.
Object: 262. 300 ff. 321.
Objectspronomen und Objectssuffix: 18. 20. 194. 197. 198.
Ausfall desselben: 344.
Optativ: 1) im Activ: 83. 212 ff. 282.
2) im Passiv: 252.
3) umschrieben: 352.
Orthographie: 1.
Ortsbezeichnung: 108.
Particip 1) activ: 86; intransitiv: 88; passiv: 87. 88 Anm.
2) Gebrauch: 258 ff.
Passiv 1) Form: 72. 73. 87.
2) Gebrauch: 242 ff. 259 ff. 288 ff.
Plural 1) Form des P.: 27 ff.; vergessen: 105.
2) Zeichen des P. bei Determinativen: 12. 13; beim Imperativ: 85.
Possessivartikel: 36. 97.
Possessivsuffixe 1) Form: 16. 17. 35.
2) bei unbestimmtem Nomen: 116.
3) beim Genetiv: 129.
4) fällt aus: 344.
Praepositionen: 142 ff.
Pronomen personale 1) absolutum: 15. 93. 199. 312. 344.
2) suffixum siehe Possessivsuffixe, Objectssuffixe, Subjectssuffixe.
Pseudoparticip: 77. 253 ff. 285. 289 ff. 297.
Punkt, diakritischer: 5.
Qualitativ: 69; vgl. auch Pseudoparticip.
Reflexivum: 95.
Relativform des Verbum: 206 f. 207.
Relativsatz: 225. 279. 338.
Respectsausdrücke siehe Feierliche A.
Schilderungsform: 277. 287. 288.
„selbst": 94.
Singular 1) für den Plural: 93 Anm. 2.
2) beim Zahlwort: 134. 135.
Status constructus: 122. 320.
Steigerung des Adjectivs: 164.
Stoff 1) Stoffnamen: 111.
2) Bezeichnung des S. 126. 154.
Strich 1) beim Wortzeichen: 7. 8.

2) beim Determinativ: 11.
3) als Determinativ: 14.
Subject 1) doppeltes: 200. 213.
2) nominales: 65. 243.
3) S. suffix: beim Verbum: 66; an *ꜥḥꜥn*: 294; an *ntt*: 292; ausgefallen: 317. 344.
Subjunctiv: 82. 208ff. 246.
Substantiv 1) absolut gebraucht: 130.
2) S.-bildung siehe Nominalbildung.
Substantivirung 1) eines Adjectivs: 132.
2) eines Zahlworts: 136.
3) des Verbum: 90ff. 345; des Infinitiv: 271ff.; des Part. pass.: 260. 261.
4) durch *ntt*: 346.
Suffixe siehe Objectss., Possessivs., Subjectss.

Tempora: 75ff.
Temporalsatz: 205. 347f.
Theilausdruck: 125. 153.
Titel: 119 Anm. 121.
Transitiva: 71ff. 287. 297.

Unpersönliches Verbum: 68. 233.
beim Passiv: 243. 251.
Unterordnung des Satzes: 349.

Verba 1) IIae geminatae: 42ff. 61; intransitive: 47. 69; auf *ꜣ*: 48.
2) IIIae geminatae: 52. 63.
Verbaladjectiv: 92.
Vergangenheit durch *n*-Form ausgedrückt: 222. 225. 225 Anm. 237. 339. 345.
Verwandtschaftsworte: 110. 121.
Vocalisation siehe Klassen.
Vocativ siehe Anrede.

Werkzeug: 158. 268.
Wortstellung: 300ff.
Wunsch siehe Optativ.

Zahlwort: 133.
Zeitausdrücke: 112.
Zeitangaben: 130. 134. 147. 152. 300. 307. Vgl. auch Temporalsatz.
Zukunft: 296.

Inhaltsverzeichniss.

Seite

Vorrede 3

Grammatik.

Erster Abschnitt.

Zur Schrift- und Lautlehre.

A. Laut- und Wortzeichen § 1—8 13
B. Determinativzeichen § 9—14 16

Zweiter Abschnitt.

Zur Formenlehre.

A. Das Pronomen personale.
1. Pronomen absolutum § 15 20
2. Possessivsuffixe § 16—17 20
3. Objectspronomen § 18—20 21

B. Das Nomen.
1. Die Formen der Substantiva § 21—25 22
2. Ausdruck des Geschlechts § 26 25
3. Ausdruck der Zahl:
a. Pluralis § 27—33 25
b. Dualis § 34 27
4. Possessivausdruck § 35—36 27
5. Die Formen der Adjectiva § 37—38 28

C. Das Verbum.
1. Die Klassen der Verben § 39—64 29
a. Zweiradikalige § 40—48 29
b. Dreiradikalige § 49—53 32
c. Mehrradikalige § 54 33
d. Unregelmässige § 55—58 34
e. Causativa § 59—64 35

U2

Seite

2. Das Subject:
a. das nominale Subject und die gewöhnlichen Suffixe § 65—66 . . . 37
b. die Endungen der Pseudoparticipien § 67 38
c. das Impersonale § 68 39
3. Die Genera § 69—74 39
a. beim transitiven Verbum § 71—73 40
b. beim intransitiven Verbum § 74 41
4. Die Tempora § 75—78 41
5. Die Modi § 79—84 43
6. Imperativ § 85 44
7. Particip § 86—88 45
8. Infinitiv § 89 46
9. Substantivirte Verbalformen § 90—91 46
10. Verbaladjectiv § 92 47

Dritter Abschnitt.

Syntax.

I. Syntax der Redetheile.

A. Die Pronomina.
1. Pronomen personale § 93—95 48
2. Pronomina demonstrativa § 96—102 49

B. Das Nomen.
1. Das Geschlecht § 103—105 52
2. Das bestimmte Substantiv § 106—110 52
3. Das unbestimmte Substantiv § 111—117 55
4. Die Coordination § 118 57
5. Die Apposition § 119—120 58
6. Der Genetiv:
a. ohne Verknüpfung § 121—122 59
b. mit dem Exponenten *n* § 123—129 60
7. Das absolute Nomen im Temporalausdruck § 130 62
8. Das Adjectiv § 131—132 63
9. Das Zahlwort § 133—136 64

C. Die Partikeln.
1. Die Adverbia § 137—141 65
2. Die Praepositionen:
a. einfache Praepositionen § 142—175 67
b. zusammengesetzte Praepositionen § 176—183 76
3. Die Conjunctionen § 184—193 78
4. Die Interjectionen § 194—198 82

Seite

D. Das Verbum.

1. Das Subject § 199—200 83
2. Gebrauch der Tempora und Modi § 201—226 84
a. die Grundform als Indikativ § 202—205 84
b. die Grundform im Relativsatz § 206—207 86
c. dieselbe als Subjunctiv § 208—211 87
d. dieselbe als Optativ § 212—214 88
e. die *ỉn*-Form § 215—219 90
f. die *n*-Form § 220—226 92
3. Einleitung des Verbums durch ein Verbum der Bewegung § 227—232 . . 95
a. durch *ʿḥʿn* § 229—230 95
b. durch *ỉỉn* § 231 96
c. durch *prn* § 232 97
4. Einleitung des Verbums durch „es ist", „es geschah" § 233—237 . . . 97
5. Die Umschreibung mit *pw ỉrn* § 238—241 99
6. Das Passivum § 242—252 101
a. das Passivum auf *tw* § 244—248 102
b. das Passivum ohne Endung § 249—252 104
7. Die Pseudoparticipien § 253—257 105
8. Das Particip:
a. das aktive Particip § 258 107
b. das passive Particip § 259—261 108
9. Der Infinitiv § 262—273 109
a. der Infinitiv mit verbalem Sinn § 263—270 109
b. der Infinitiv als Nomen § 271—273 112

II. Syntax des Satzes.

A. Der Nominalsatz und seine Derivata.

1. Der echte Nominalsatz § 274—282 113
2. Der Nominalsatz mit *pw* § 283--284 116
3. Der Nominalsatz mit verbalem Praedikat § 285—299 116
a. bei transitiven Verben § 287 117
b. bei intransitiven und passiven Verben § 288—295 118
c. mit futurischer Bedeutung § 296 121
d. eingeleitet durch *wn-ỉn* § 297—299 122

B. Die Theile des Satzes.

1. Wortstellung § 300—305 124
2. Hervorhebung § 306—314 126
3. Ellipsen § 315—318 129
4. Betonung im Satze § 319—321 131

Seite

C. Satzarten.

1. Erzählender Satz § 322—324 132
2. Fragesätze § 325—332 133
3. Negativsätze § 333—337 136
4. Relativsätze § 338—344 138
5. Substantivirte Sätze § 345—346 142
6. Temporalsätze § 347—348 143
7. Die untergeordneten Sätze der Veranlassung und des Befehls § 349—352 . 144

Übersicht der Formen eines transitiven und eines intransitiven Verbums 146
Wortregister 147
Sachregister 152
Inhaltsverzeichniss 155

Druck von August Pries in Leipzig.

Tafeln

zur

Berechnung der Jupiter-Jahre

nach den

Regeln des Sûrya-Siddhânta und des Jyotistattva.

Von

F. Kielhorn.

Aus dem sechsunddreissigsten Bande der Abhandlungen der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.

Göttingen,
Dieterich'sche Verlags-Buchhandlung.
1889.

Tafeln zur Berechnung der Jupiter-Jahre nach den Regeln des Sûrya-Siddhânta und des Jyotistattva.

Von

F. Kielhorn.

Vorgelegt in der Sitzung der Königl. Ges. d. Wiss. am 2. November 1889.

Die folgenden Tafeln, von denen 1—4 auf den Resultaten eines von mir für den *Indian Antiquary* geschriebenen Aufsatzes über den sechzigjährigen Jupiter-cyclus beruhen, dienen zur Berechnung des Anfangs (und Endes) eines in einem indischen Datum erwähnten Jupiter-jahres. Die Tafeln 1 und 2 gelten für die Sûrya-Siddhânta Regel, 3 und 4 für die Jyotistattva Regel. Tafel 5 ist Dr. Schram's Tafel für die Verwandlung eines Tages der Julianischen Periode in das Datum des europäischen Kalenders; und Tafel 6 dient für die Verwandlung der Decimalen eines Tages in Stunden und Minuten [1]).

Tafel 1 giebt in den beiden letzten Columnen den laufenden Tag der Julianischen Periode und, in Decimalen, die Stunden und Minuten nach mittlerem Sonnenaufgange (für Ujjain) für den Anfang eines Cyclus von 60 Jahren, gezählt von Vijaya = No. 1, ohne und mit *bîja*. Die erste Columne enthält das europäische Datum für den in derselben Zeile gegebenen Tag der Julianischen Periode, ohne *bîja;* und Columne 2 und 3 geben das verflossene (nördliche) Vikrama Jahr und das verflossene S'aka Jahr, in welches jenes europäische Datum fällt. Tafel 2 giebt die Zahl der Tage und, in Decimalen, die Stunden und Minuten für den Anfang eines jeden Jahres innerhalb eines Cyclus von 60 Jahren, eben-

1) Bei der Construction meiner Tafeln habe ich die Methode befolgt, welche Dr. Schram in seinen *Hilfstafeln für Chronologie* angewandt hat.

falls ohne und mit *bîja*. Der Gebrauch der beiden Tafeln (in Verbindung mit den Tafeln 5 und 6) wird zur Genüge aus folgendem Beispiele erhellen: —

Nach Professor Eggeling's Kataloge der Sanskṛit HSS. des I. O., S. 23, trägt eine HS. des *Kâṇḍânukramaṇikâvivaraṇa* das Datum —

Saṁvat 1650 śake | S'ubhakṛit-saṁvatsare Bhâdrapada-sudi-paurṇamâsyâṁ Bhṛigu-vâsare, —

d. i., am Vollmondstage der hellen Hälfte des Bhâdrapada, im Vikrama Jahre 1650, im (Jupiter's-) Jahre S'ubhakṛit, an einem Freitage; und das entsprechende Datum unsres Kalenders ist Freitag, der 31. August, 1593. Zu berechnen ist der Anfang des im Datum erwähnten Jahres S'ubhakṛit, nach der Sûrya-Siddhânta Regel, zunächst ohne *bîja*.

S'ubhakṛit ist das 10. Jahr eines Cyclus (Tafel 2); und dies hier mit Vikrama 1650 zusammen genannte Jahr S'ubhakṛit gehört offenbar zu dem Cyclus, dessen Anfang (ausgedrückt in Tagen der Julianischen Periode) in Tafel 1 in derselben Zeile mit Vikrama 1641 gegeben ist. Wir haben also für den Anfang des Jahres S'ubhakṛit, ohne *bîja*: —

Tafel 1, Vikrama 1641, ohne *bîja*, ...	2299 732, 4077
+ Tafel 2, S'ubhakṛit, ohne *bîja*, ...	3 249, 2405
Summe	2302 981, 6482;

d. h., das im Datum erwähnte Jahr S'ubhakṛit fing an am Tage der Julianischen Periode 2302 981, und zwar so viel nach mittlerem Sonnenaufgange (für Ujjain), wie durch die Decimalen 6482 bezeichnet wird. Für den Tag der Julianischen Periode finden wir nun, aus Tafel 5, —

	2302 981	
	— 2268 932	= A. D. 1500.
Rest	34 049;	
—	34 028	= Jahr 93, März.
Rest	21;	

d. i., der 21. März, 1593; und für die Decimalen, aus Tafel 6, —

0,64	=	15 h. 21,6 m.
0,0082	=	11,8 m.
0,6482	=	15 h. 33,4 m.

Mit anderen Worten, das Jahr S'ubhakṛit des indischen Datums fing an, nach der Sûrya-Siddhânta Regel ohne *bîja*, am 21. März, 1593, 15 h. 33,4 m. nach mittlerem Sonnenaufgange[1]).

In gleicher Weise ergiebt sich für den Anfang des Jahres S'ubhakṛit, mit *bîja*, —

Tafel 1, Vikrama 1641, mit *bîja*, ...		2299 769, 9960	
+ Tafel 2, S'ubhakṛit, mit *bîja*, ...		3 249, 3119	
	Summe	2303 019, 3079:[2])	
Tafel 5,		— 2268 932	= A. D. 1500.
	Rest	34 087;	
	—	34 059	= Jahr 93, April.
	Rest	28;	
Tafel 6,	0,30	= 7 h. 12,0 m.	
	0.0079	= 11,4 m.	
	0,3079	= 7 h. 23,4 m.;	

1) Die in den Nachrichten, 1889, S. 435 gegebenen Daten für den Anfang und das Ende des Jahres S'ubhakṛit sind nach Warrens Regeln und Tafeln berechnet, die, was die Sûrya-Siddhânta Regel betrifft, einen Irrthum von 2, 1476 Tagen enthalten, wie ich im *Ind. Antiquary* gezeigt habe.

2) Mit Warrens Tafeln ergiebt sich der Tag der Julian. Periode für den Anfang des Jahres S'ubhakṛit mit *bîja*, wenn man vom Vikrama Jahre 1651 = Kaliyuga 4695 ausgeht, wie folgt: —

Tafel XI: —		R.	S.	°	′	″
Epoche 4400	Dhruva	370	11	17	20	0
Kaliyuga 4695	Col. III, 200 . . .	16	10	10	20	0
295	Col. II, 90 . . .	7	7	1	39	0
	Col. I, 5 . . .		5	1	45	30
		395	10	1	4	30

Bîja, Tafel XII: —									
Ep. 4400, Dhruva . .	2°	56′	0″	Bîja		—	3	7	48
Col. III, 200		8	0		395	9	27	56	42
Col. II, 90		3	36		12				
Col. I, 5			12		4740				
					+ 10				
Bîja	3	7	48	60)	4750	(79	10 = S'ubhakṛit.		
					550				
					10				

d. i., der 28. April, 1593, 7 h. 23,4 m. nach mittlerem Sonnenaufgange, — Anfang des Jahres S'ubhakṛit, mit *bîja*.

Hat man den Anfang eines Jahres gefunden, so findet man das Ende desselben Jahres, indem man den gefundenen Tagen der Julianischen Periode für das Jahr ohne *bîja* 361, 0267 Tage, und für das Jahr mit *bîja* 361, 0347 Tage hinzuzählt. Also in obigem Falle: —

Anfang des Jahres S'ubhakṛit, ohne *bîja*, . . .	2302 981, 6482
+	361, 0267
Summe	2303 342, 6749;

Das laufende Jahr am Ende von Kaliyuga 4695 war also S'ubhakṛit. — Tafel XIII, solare Zeit für 27° 56′ 42″: —

Col. I, 20° . . .	240	41	23	9,4886
7° . . .	84	14	29	6,3210
Col. II, 50′ . . .	10	1	43	27,8954
6′ . . .	1	12	12	24,9474
Col. III, 40″ . . .		8	1	22,7719
2″ . . .			24	4,1386
	336 T.	18 d.	13 p.	35,5629 c.;

= 336 Tage 7 h. 17,5 m. = 336,3038 Tage.

Für das Ende des Jahres Kaliyuga 4695 finden wir nun nach meinen Tafeln im *Ind. Antiquary* den Tag der Julianischen Periode: —

4000 . . .	1461 035, 02600	
600 . . .	219 155, 25390	
90 . . .	32 873, 28808	
5 . . .	590 289, 89618	
Kaliyuga 4695 . . .	2303 353, 4642;	
—	336, 3038	
	2303 017, 1604	Tag der Jul. Per. für den Anfang von S'ubhakṛit nach Warren;
+	2, 1476	für Warrens Irrthum.
	2303 019, 3080	Tag der Jul. Per. für den wirklichen Anfang des Jahres S'ubhakṛit.

Unterschied vom Resultate meiner Tafeln 0,0001 Tag = 6 Sekunden. — Ausserdem mag bemerkt werden, dass wir nach Warren eigentlich von Vikrama 1650 = Kaliyuga 4694 ausgegangen sein würden und so eine doppelte Berechnung (für Kaliyuga 4694 und 4695) hätten machen müssen.

d. i., nach Tafeln 5 und 6, der 17. März, 1594, 16 h. 11,9 m., — Ende des Jahres S'ubhakṛit, ohne *bîja*.

Und, Anfang des Jahres S'ubhakṛit, mit *bîja*, . . . 2303 019, 3079
+ 361, 0347
Summe 2303 380, 3426;

d. i., nach Tafeln 5 und 6, der 24. April, 1594, 8 h. 13,3 m. — Ende des Jahres S'ubhakṛit, mit *bîja*.

Sucht man für ein gegebenes Datum das laufende Jupiter-jahr, so wird man die Tafeln in umgekehrter Folge benutzen müssen. Fragen wir z. B., in welchem Jahre wir uns, nach der Sûrya-Siddhânta Regel ohne *bîja* am 26. October 1889, 6 Stunden nach mittlerem Sonnenaufgange, befinden, so haben wir —

für 6 Stunden, nach Tafel 6, 0,2500;
für den 26. October, 1889, nach Tafel 5, —
N. S. 1800, = 2378 495
Jahr 89, October, = 32 781
Tag 26, = 26
Summe 2411 302;

für den 26. October, 1889, 6 Stunden nach mittlerem Sonnenaufgange also —

Tag der Jul. Per.		2411 302, 2500.	
Tafel 1,	—	2408 040, 4240	Anfang des letzten Cyclus, ohne *bîja*;
	Rest	3 261, 8260	
Tafel 2,	—	3 249, 2405	Anfang des Jahres S'ubhakṛit, ohne *bîja*;
	Rest	11, 5855.	

Hieraus ergiebt sich, dass wir uns jetzt, nach der Sûrya-Siddhânta Regel ohne *bîja*, im Jahre S'ubhakṛit befinden, und dass im gegebenen Momente 11,5855 Tage = 11 Tage 14 Stunden und 3,1 Minuten dieses Jahres verflossen sind.

Die Jyotistattva Regel verlangt wegen der ungleichen Länge der Jupiter-jahre eine andre Behandlung als die Regel des Sûrya-Siddhânta, und die Einrichtung meiner Tafeln 3 und 4 unterscheidet sich deshalb wesentlich von der der Tafeln 1 und 2. In Tafel 3 giebt

die letzte Columne den Tag der Julianischen Periode und, in Decimalen, die Stunden und Minuten nach mittlerem Sonnenaufgange (für Ujjain) für das Ende des in der vorletzten Columne genannten Jupiterjahres. Die erste Columne giebt das europäische Datum für den Tag der Julianischen Periode in der letzten Columne; die dritte das verflossene solare S'aka Jahr, in welches jenes Datum fällt; und die zweite das verflossene (nördliche) Vikrama Jahr, welches dem S'aka Jahre annähernd entspricht. Es ist hier besonders darauf zu achten, dass die Jupiter-jahre von Prabhava = No. 1 in der in der Hilfstafel angegebenen Weise zu zählen sind. Tafel 4 giebt die Zahl der Tage und, in Decimalen, die Stunden und Minuten für den Anfang einer Reihe von Jupiter-jahren, deren Zählung nicht mit der Zählung der Jahre in der Hilfstafel zu Tafel 3 verwechselt werden darf. Auch hier wird es genügen, den Gebrauch der beiden Tafeln an einigen Beispielen zu zeigen.

Wir haben oben gesehen, dass eine HS. des I. O. im Vikrama Jahre 1650 und in Jupiter's Jahre S'ubhakṛit geschrieben wurde. Nach der Hilfstafel zu Tafel 3 ist S'ubhakṛit das 36. Jahr eines Cyclus. Dies hier mit Vikrama 1650 zusammen erwähnte 36. Jahr S'ubhakṛit fiel jedenfalls später als das in Tafel 3 mit Vikrama 1644 in einer Reihe stehende 29. Cyclus-jahr Manmatha, und es ist klar, dass wir dem Tage der Julianischen Periode für das Ende des 29. Jahres Manmatha in Tafel 3 aus Tafel 4 die Zahl der Tage für den Anfang des (36—29.) = 7. Jahres hinzufügen müssen, wenn wir den Anfang des 36. Jahres S'ubhakṛit erhalten wollen. Wir haben also —

	Tafel 3, V. 1644, Ende des J. 29	2300 798, 6897
+	Tafel 4, Anfang des Jahres 7	2 165, 8379
	Summe, Anfang des Jahres 36 (S'ubhakṛit)	2302 964, 5276;

d. i., nach Tafeln 5 und 6, der 4. März, 1593, 12 h. 39,7 m. nach mittlerem Sonnenaufgange, — Anfang des Jahres S'ubhakṛit.

In einer Inschrift zu Boram-Deo (*Archaeol. Surv. of India*, B. XVII, S. 41, und Tafel XXII) wird das Jahr Bhâva zusammen mit dem Vikrama Jahre 1445 genannt. In Tafel 3 haben wir für Vikrama 1388

den Tag der Julianischen Periode für das Ende des 10. Cyclus-Jahres Dhâtṛi. Das mit Vikrama 1445 zusammen genannte 8. Cyclus-jahr Bhâva fällt hier offenbar nicht in denselben Cyclus mit jenem 10. Jahre, sondern gehört dem nächsten Cyclus an. Wir haben deshalb aus Tafel 4 das (50 + 8.) = 58. Jahr zu entnehmen, und erhalten so —

	Tafel 3, V. 1388, Ende des J. 10	2207 293, 8311
+	Tafel 4, Anfang des Jahres 58	20 575, 4598
	Summe, Anfang des J. 68 = 60 + 8 (Bhâva)	2227 869, 2909;

d. i., nach Tafeln 5 und 6, der 29. Juli, 1387, 6 h. 58,9 m. nach mittlerem Sonnenaufgange, — Anfang des Jahres Bhâva.

Wollen wir ferner z. B. den Anfang des mit dem S'aka Jahre 912 zusammen erwähnten 25. Cyclus-jahres Khara bestimmen, so müssen wir dem in Tafel 3 gegebenen Tage der Julianischen Periode für das Ende des in Verbindung mit S'aka 827 genannten 59. Cyclus-jahres Krodhana aus Tafel 4 die Zahl der Tage für das (1 + 60 + 25.) = 86. Jahr hinzuzählen; denn die Differenz zwischen S'aka 912 und S'aka 827 (85 Sonnenjahre) zeigt uns, dass hier zwischen dem 59. Jahre Krodhana und dem 25. Jahre Khara ein vollständiger Cyclus von 60 Jahren liegt. Wir erhalten also —

	Tafel 3, S'. 827, Ende des J. 59	2051 693, 0488
+	Tafel 4, Anfang des Jahres 86	30 682, 7032
	Summe, Anfang des J. 145 = 60 + 60 + 25 (Khara)	2082 375, 7520;[1]

---

1) Auch hier gebe ich die Berechnung des Tages der Julian. Per. für den Anfang des Jahres Khara (für S'aka 912) mit Hilfe von Warrens Tafeln.

$$\frac{912 \times 22 + 4291}{1875} = 12\frac{1855}{1875}; \text{ und } \frac{912 + 12}{60} = 15\frac{24}{60};$$

d. i., letzt verflossenes Jahr 24 = Vikṛita.

Tafel XIV: —				
	1000 ...	192 T.	0 d.	0 p.
	800 ...	153	36	0
	50 ...	9	36	0
	5 ...		57	36
	1855 ...	356	9	36.

d. i.,' nach Tafeln 5 und 6, der 26. März, 989, 18 h. 2,9 m. nach mittlerem Sonnenaufgange, — Anfang des Jahres Khara.

Hat man den Anfang eines Jahres gefunden, so erhält man das Ende desselben, indem man zu dem für den Anfang gefundenen Tage der Julianischen Periode 360, 9730 Tage hinzuzählt. Nur für die in Tafel 3 genannten Jahre ist das Ende des Jahres stets der Tafel selbst zu entnehmen.

Wir erhalten also in den beiden ersten der obigen Beispiele: —

Anfang des Jahres S'ubhakṛit . . .	2302 964, 5276
+	360, 9730
Summe	2303 325, 5006 ;

d. i., nach Tafeln 5 und 6, der 28. Februar, 1594, 12 h. 0,9 m., — Ende des Jahres S'ubhakṛit.

Und, Anfang des Jahres Bhâva . . .	2227 869, 2909
+	360, 9730
Summe	2228 230, 2639 ;

Tafel XVI: —

Col. I,	300 . . .	304 T.	22 g.	56,04165 v.
	50 . . .	50	43	49,34025
	6 . . .	6	5	15,52083
Col. II,	9 . . .		9	7,88802
Col. III,	30 . . .			30,43822
	6 . . .			6,08763
		361	21	45,31660

= 361 Tage 8 h. 42,1 m. = 361,3626 Tage.

Für den Tag der Julian. Per. für das Ende des S'aka Jahres 912 haben wir nun nach meinen Tafeln im *Ind. Antiquary*: —

900 . . .	328 732, 81249
10 . . .	3 652, 58681
2 . . .	1750 351, 71526
S'aka 912 . . .	2082 737, 1146 ;
—	361, 3626
	2082 375, 7520 ;

Tag der Julian. Per. für das Ende des Jahres Vikṛita oder den Anfang des Jahres Khara, genau wie oben.

d. i., nach Tafeln 5 und 6, der 24. Juli, 1388, 6 h. 20 m., — Ende des Jahres Bhâva.

Dagegen endet das Jahr Khara des dritten Beispiels, wie in Tafel 3 angegeben, am Tage der Julian. Periode 2082 741, 0107, d. i., nach Tafeln 5 und 6, am 27. März, 990, 0 h. 15,4 m. nach mittlerem Sonnenaufgange.

Endlich wollen wir auch hier fragen, in welchem Jahre wir uns nach der Jyotistattva Regel am 26. October, 1889, 6 Stunden nach mittlerem Sonnenaufgange, befinden. Für den gegebenen Zeitpunkt haben wir schon gefunden den Tag der Julianischen Periode —

		2411 302, 2500.	
Tafel 3,	—	2394 303, 5483	= Ende des J. 48
Rest		16 998, 7017;	
Tafel 4,	—	16 965, 7300	= Anfang des J. 48
Rest		32, 9717.	Summe 96 =
			60 + 36 (S'ubhakṛit).

Also auch nach der Jyotistattva Regel ist das jetzt laufende Jahr S'ubhakṛit, und von diesem Jahre sind im gegebenen Momente 32, 9717 Tage = 32 Tage 23 Stunden 19,2 Minuten verflossen.

Tafel 1.

Sûrya-Siddhânta Regel.

Tag der Julianischen Periode für den Anfang eines Cyclus von 60 Jahren, gezählt von Vijaya = No. 1.

A. D.		Vikrama.	Śaka.	Tag der Julianischen Periode.	
				Ohne Bîja.	Mit Bîja.
	101, Sept. 1.	158	23	1758 192, 3261	1758 218, 0194
	160, Dec. 21.	217	82	1779 853, 9294	1779 880, 0985
	220, Apr. 12.	277	142	1801 515, 5327	1801 542, 1776
	279, Aug. 3.	336	201	1823 177, 1359	1823 204, 2566
	338, Nov. 22.	395	260	1844 838, 7392	1844 866, 3357
	398, März 14.	455	320	1866 500, 3424	1866 528, 4148
	457, Juli 3.	514	379	1888 161, 9457	1888 190, 4938
	516, Oct. 23.	573	438	1909 823, 5490	1909 852, 5729
	576, Febr. 13.	632	497	1931 485, 1522	1931 514, 6519
	635, Juni 4.	692	557	1953 146, 7555	1953 176, 7310
	694, Sept. 24.	751	616	1974 808, 3588	1974 838, 8101
	754, Jan. 13.	810	675	1996 469, 9620	1996 500, 8891
	813, Mai 5.	870	735	2018 131, 5653	2018 162, 9682
	872, Aug. 25.	929	794	2039 793, 1685	2039 825, 0473
	931, Dec. 15.	988	853	2061 454, 7718	2061 487, 1263
	991, Apr. 6.	1048	913	2083 116, 3751	2083 149, 2054
	1050, Juli 26.	1107	972	2104 777, 9783	2104 811, 2845
	1109, Nov. 15.	1166	1031	2126 439, 5816	2126 473, 3635
	1169, März 7.	1226	1091	2148 101, 1848	2148 135, 4426
	1228, Juni 26.	1285	1150	2169 762, 7881	2169 797, 5216
	1287, Oct. 17.	1344	1209	2191 424, 3914	2191 459, 6007
	1347, Febr. 5.	1403	1268	2213 085, 9946	2213 121, 6798
	1406, Mai 28.	1463	1328	2234 747, 5979	2234 783, 7588
	1465, Sept. 17.	1522	1387	2256 409, 2012	2256 445, 8379
	1525, Jan. 6.	1581	1446	2278 070, 8044	2278 107, 9170
	1584, Apr. 28.	1641	1506	2299 732, 4077	2299 769, 9960
	1643, Aug. 19.	1700	1565	2321 394, 0109	2321 432, 0751
	1702, Dec. 8.	1759	1624	2343 055, 6142	2343 094, 1542
N.S.	1762, Apr. 10.	1819	1684	2364 717, 2175	2364 756, 2332
	1821, Juli 31.	1878	1743	2386 378, 8207	2386 418, 3123
	1880, Nov. 20.	1937	1802	2408 040, 4240	2408 080, 3913

Tafel 2.

Sûrya-Siddhânta Regel.

Zahl der Tage für den Anfang eines jeden Jahres innerhalb des Cyclus.

№	Jahr.	Tage ohne Bîja.	Tage mit Bîja.	№	Jahr.	Tage ohne Bîja.	Tage mit Bîja.
1	Vijaya	000, 0000	000, 0000	31	Rudhirodgârin	10 830, 8016	10 831, 0395
2	Jaya	361, 0267	361, 0347	32	Raktâksha	11 191, 8284	11 192, 0742
3	Manmatha	722, 0534	722, 0693	33	Krodhana	11 552, 8551	11 553, 1088
4	Durmukha	1 083, 0802	1 083, 1040	34	Kshaya	11 913, 8818	11 914, 1435
5	Hemalamba	1 444, 1069	1 444, 1386	35	Prabhava	12 274, 9085	12 275, 1781
6	Vilamba	1 805, 1336	1 805, 1733	36	Vibhava	12 635, 9352	12 636, 2128
7	Vikârin	2 166, 1603	2 166, 2079	37	Śukla	12 996, 9620	12 997, 2474
8	Śarvarin	2 527, 1870	2 527, 2426	38	Pramoda	13 357, 9887	13 358, 2821
9	Plava	2 888, 2138	2 888, 2772	39	Prajâpati	13 719, 0154	13 719, 3167
10	Śubhakṛit	3 249, 2405	3 249, 3119	40	Angiras	14 080, 0421	14 080, 3514
11	Śobhana	3 610, 2672	3 610, 3465	41	Śrîmukha	14 441, 0688	14 441, 3860
12	Krodhin	3 971, 2939	3 971, 3812	42	Bhâva	14 802, 0956	14 802, 4207
13	Viśvâvasu	4 332, 3207	4 332, 4158	43	Yuvan	15 163, 1223	15 163, 4553
14	Parâbhava	4 693, 3474	4 693, 4505	44	Dhâtṛi	15 524, 1490	15 524, 4900
15	Plavanga	5 054, 3741	5 054, 4851	45	Îśvara	15 885, 1757	15 885, 5246
16	Kîlaka	5 415, 4008	5 415, 5198	46	Bahudhânya	16 246, 2024	16 246, 5593
17	Saumya	5 776, 4275	5 776, 5544	47	Pramâthin	16 607, 2292	16 607, 5939
18	Sâdhâraṇa	6 137, 4543	6 137, 5891	48	Vikrama	16 968, 2559	16 968, 6286
19	Virodhakṛit	6 498, 4810	6 498, 6237	49	Bhṛiśya	17 329, 2826	17 329, 6633
20	Paridhâvin	6 859, 5077	6 859, 6584	50	Chitrabhânu	17 690, 3093	17 690, 6979
21	Pramâdin	7 220, 5344	7 220, 6930	51	Subhânu	18 051, 3361	18 051, 7326
22	Ânanda	7 581, 5611	7 581, 7277	52	Târaṇa	18 412, 3628	18 412, 7672
23	Râkshasa	7 942, 5879	7 942, 7623	53	Pârthiva	18 773, 3895	18 773, 8019
24	Anala	8 303, 6146	8 303, 7970	54	Vyaya	19 134, 4162	19 134, 8365
25	Pingala	8 664, 6413	8 664, 8316	55	Sarvajit	19 495, 4429	19 495, 8712
26	Kâlayukta	9 025, 6680	9 025, 8663	56	Sarvadhârin	19 856, 4697	19 856, 9058
27	Siddhârthin	9 386, 6947	9 386, 9009	57	Virodhin	20 217, 4964	20 217, 9405
28	Raudra	9 747, 7215	9 747, 9356	58	Vikṛita	20 578, 5231	20 578, 9751
29	Durmati	10 108, 7482	10 108, 9702	59	Khara	20 939, 5498	20 940, 0098
30	Dundubhi	10 469, 7749	10 470, 0049	60	Nandana	21 300, 5765	21 301, 0444

Tafel 3.

Jyotistattva Regel.

Tag der Julianischen Periode für das Ende eines jeden einem Kshaya-Jahre vorausgehenden Jupiter-Jahres.

A. D.	Vikrama.	Śaka.	Ende des Jahres		Tag der Julianischen Periode.
			№	Name.	
138, März 18.	195	60	3	Śukla	1771 539, 4460
223, März 20.	280	145	29	Manmatha	1802 587, 4079
309, März 17.	366	231	56	Dundubhi	1833 996, 3427
394, März 19.	451	316	22	Sarvadhârin	1865 044, 3046
479, März 21.	536	401	48	Ânanda	1896 092, 2665
564, März 22.	621	486	14	Vikrama	1927 140, 2283
649, März 24.	706	571	40	Parâbhava	1958 188, 1902
735, März 22.	792	657	7	Śrîmukha	1989 597, 1250
820, März 23.	877	742	33	Vikârin	2020 645, 0869
905, März 25.	962	827	59	Krodhana	2051 693, 0488
990, März 27.	1047	912	25	Khara	2082 741, 0107
1076, März 23.	1133	998	52	Kâlayukta	2114 149, 9455
1161, März 25.	1218	1083	18	Târaṇa	2145 197, 9074
1246, März 27.	1303	1168	44	Sâdhâraṇa	2176 245, 8692
1331, März 29.	1388	1253	10	Dhâtṛi	2207 293, 8311
1417, März 26.	1474	1339	37	Śobhana	2238 702, 7660
1502, März 28.	1559	1424	3	Śukla	2269 750, 7278
1587, März 30.	1644	1509	29	Manmatha	2300 798, 6897
1672, März 31.	1729	1594	55	Durmati	2331 846, 6516
N.S. 1757, April 13.	1814	1679	21	Sarvajit	2362 894, 6134
1843, April 12.	1900	1765	48	Ânanda	2394 303, 5483

Hilfstafel.

Der Jupiter-Cyclus von 60 Jahren.

1. Prabhava.	11. Îśvara.	21. Sarvajit.	31. Hemalamba.	41. Plavanga.	51. Pingala.
2. Vibhava.	12. Bahudhânya.	22. Sarvadhârin.	32. Vilamba.	42. Kîlaka.	52. Kâlayukta.
3. Śukla.	13. Pramâthin.	23. Virodhin.	33. Vikârin.	43. Saumya.	53. Siddhârthin.
4. Pramoda.	14. Vikrama.	24. Vikṛita.	34. Śarvarin.	44. Sâdhâraṇa.	54. Raudra.
5. Prajâpati.	15. Bhṛiśya.	25. Khara.	35. Plava.	45. Virodhakṛit.	55. Durmati.
6. Angiras.	16. Chitrabhânu.	26. Nandana.	36. Śubhakṛit.	46. Paridhâvin.	56. Dundubhi.
7. Śrîmukha.	17. Subhânu.	27. Vijaya.	37. Śobhana.	47. Pramâdin.	57. Rudhirodgârin.
8. Bhâva.	18. Târaṇa.	28. Jaya.	38. Krodhin.	48. Ânanda.	58. Raktâksha.
9. Yuvan.	19. Pârthiva.	29. Manmatha.	39. Viśvâvasu.	49. Râkshasa.	59. Krodhana.
10. Dhâtṛi.	20. Vyaya.	30. Durmukha.	40. Parâbhava.	50. Anala.	60. Kshaya.

Tafel 4.

Jyotistattva Regel.

Zahl der Tage für den Anfang der Jupiter-Jahre.

Jahr.	Tage.	Jahr.	Tage.	Jahr.	Tage.
1	000, 0000	31	10 829, 1894	61	21 658, 3787
2	360. 9730	32	11 190. 1623	62	22 019, 3517
3	721, 9460	33	11 551, 1353	63	22 380, 3247
4	1 082, 9189	34	11 912. 1083	64	22 741. 2977
5	1 443. 8919	35	12 273, 0813	65	23 102, 2707
6	1 804, 8649	36	12 634, 0543	66	23 463, 2436
7	2 165, 8379	37	12 995, 0272	67	23 824, 2166
8	2 526. 8109	38	13 356, 0002	68	24 185, 1896
9	2 887. 7838	39	13 716, 9732	69	24 546, 1626
10	3 248, 7568	40	14 077, 9462	70	24 907, 1356
11	3 609, 7298	41	14 438, 9192	71	25 268, 1085
12	3 970, 7028	42	14 799, 8921	72	25 629, 0815
13	4 331, 6757	43	15 160, 8651	73	25 990, 0545
14	4 692, 6487	44	15 521, 8381	74	26 351, 0275
15	5 053, 6217	45	15 882, 8111	75	26 712, 0004
16	5 414. 5947	46	16 243, 7841	76	27 072, 9734
17	5 775, 5677	47	16 604, 7570	77	27 433, 9464
18	6 136, 5406	48	16 965, 7300	78	27 794, 9194
19	6 497. 5136	49	17 326, 7030	79	28 155, 8924
20	6 858, 4866	50	17 687, 6760	80	28 516, 8653
21	7 219. 4596	51	18 048, 6490	81	28 877, 8383
22	7 580, 4326	52	18 409, 6219	82	29 238, 8113
23	7 941, 4055	53	18 770. 5949	83	29 599. 7843
24	8 302, 3785	54	19 131, 5679	84	29 960, 7573
25	8 663. 3515	55	19 492. 5409	85	30 321, 7302
26	9 024, 3245	56	19 853. 5138	86	30 682, 7032
27	9 385, 2975	57	20 214, 4868	87	31 043, 6762
28	9 746, 2704	58	20 575, 4598		
29	10 107, 2434	59	20 936. 4328		
30	10 468, 2164	60	21 297, 4058		

Tafel 5.

Zur Verwandlung eines Tages der Julianischen Periode in das europäische Datum.

A. St.

Jahr n. Chr.	Tag der Julian. Periode.
0	1721 057
100	1757 582
200	1794 107
300	1830 632
400	1867 157
500	1903 682
600	1940 207
700	1976 732
800	2013 257
900	2049 782
1000	2086 307
1100	2122 832
1200	2159 357
1300	2195 882
1400	2232 407
1500	2268 932
1600	2305 457
1700	2341 982

N. St. [1]

Jahr n. Chr.	Tag der Julian. Periode.
[1700]	2341 971
[1800]	2378 495
[1900]	2415 019

Jahr	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
00	[g.K]001	032	060	091	121	152	182	213	244	274	305	335
00	000	031	060	091	121	152	182	213	244	274	305	335
01	366	397	425	456	486	517	547	578	609	639	670	700
02	731	762	790	821	851	882	912	943	974	004	035	065
03	1 096	127	155	186	216	247	277	308	339	369	400	430
04	461	492	521	552	582	613	643	674	705	735	766	796
05	827	858	886	917	947	978	008	039	070	100	131	161
06	2 192	223	251	282	312	343	373	404	435	465	496	526
07	557	588	616	647	677	708	738	769	800	830	861	891
08	922	953	982	013	043	074	104	135	166	196	227	257
09	3 288	319	347	378	408	439	469	500	531	561	592	622
10	653	684	712	743	773	804	834	865	896	926	957	987
11	4 018	049	077	108	138	169	199	230	261	291	322	352
12	383	414	443	474	504	535	565	596	627	657	688	718
13	749	780	808	839	869	900	930	961	992	022	053	083
14	5 114	145	173	204	234	265	295	326	357	387	418	448
15	479	510	538	569	599	630	660	691	722	752	783	813
16	844	875	904	935	965	996	026	057	088	118	149	179
17	6 210	241	269	300	330	361	391	422	453	483	514	544
18	575	606	634	665	695	726	756	787	818	848	879	909
19	940	971	999	030	060	091	121	152	183	213	244	274
20	7 305	336	365	396	426	457	487	518	549	579	610	640
21	671	702	730	761	791	822	852	883	914	944	975	005
22	8 036	067	095	126	156	187	217	248	279	309	340	370
23	401	432	460	491	521	552	582	613	644	674	705	735
24	766	797	826	857	887	918	948	979	010	040	071	101
25	9 132	163	191	222	252	283	313	344	375	405	436	466
26	497	528	556	587	617	648	678	709	740	770	801	831
27	862	893	921	952	982	013	043	074	105	135	166	196
28	10 227	258	287	318	348	379	409	440	471	501	532	562
29	593	624	652	683	713	744	774	805	836	866	897	927
30	958	989	017	048	078	109	139	170	201	231	262	292
31	11 323	354	382	413	443	474	504	535	566	596	627	657
32	688	719	748	779	809	840	870	901	932	962	993	023
33	12 054	085	113	144	174	205	235	266	297	327	358	388
34	419	450	478	509	539	570	600	631	662	692	723	753
35	784	815	843	874	904	935	965	996	027	057	088	118
36	13 149	180	209	240	270	301	331	362	393	423	454	484
37	515	546	574	605	635	666	696	727	758	788	819	849
38	880	911	939	970	000	031	061	092	123	153	184	214
39	14 245	276	304	335	365	396	426	457	488	518	549	579
40	610	641	670	701	731	762	792	823	854	884	915	945
41	976	007	035	066	096	127	157	188	219	249	280	310
42	15 341	372	400	431	461	492	522	553	584	614	645	675
43	706	737	765	796	826	857	887	918	949	979	010	040
44	16 071	102	131	162	192	223	253	284	315	345	376	406
45	437	468	496	527	557	588	618	649	680	710	741	771
46	802	833	861	892	922	953	983	014	045	075	106	136
47	17 167	198	226	257	287	318	348	379	410	440	471	501
48	532	563	592	623	653	684	714	745	776	806	837	867
49	898	929	957	988	018	049	079	110	141	171	202	232

1) Die Jahrhunderte zwischen [ ] dürfen nicht mit oo, sondern nur mit oo[g.K] verbunden werden.

Tafel 5 (Fortsetzung).

Zur Verwandlung eines Tages der Julianischen Periode in das europäische Datum.

A. St.

Jahr n. Chr.	Tag der Julian. Periode.
0	1721 057
100	1757 582
200	1794 107
300	1830 632
400	1867 157
500	1903 682
600	1940 207
700	1976 732
800	2013 257
900	2049 782
1000	2086 307
1100	2122 832
1200	2159 357
1300	2195 882
1400	2232 407
1500	2268 932
1600	2305 457
1700	2341 982

N. St. [1])

Jahr n. Chr.	Tag der Julian. Periode.
[1700]	2341 971
[1800]	2378 495
[1900]	2415 019

Jahr	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
50	18 263	294	322	353	383	414	444	475	506	536	567	597
51	628	659	687	718	748	779	809	840	871	901	932	962
52	993	024	053	084	114	145	175	206	237	267	298	328
53	19 359	390	418	449	479	510	540	571	602	632	663	693
54	724	755	783	814	844	875	905	936	967	997	028	058
55	20 089	120	148	179	209	240	270	301	332	362	393	423
56	454	485	514	545	575	606	636	667	698	728	759	789
57	820	851	879	910	940	971	001	032	063	093	124	154
58	21 185	216	244	275	305	336	366	397	428	458	489	519
59	550	581	609	640	670	701	731	762	793	823	854	884
60	915	946	975	006	036	067	097	128	159	189	220	250
61	22 281	312	340	371	401	432	462	493	524	554	585	615
62	646	677	705	736	766	797	827	858	889	919	950	980
63	23 011	042	070	101	131	162	192	223	254	284	315	345
64	376	407	436	467	497	528	558	589	620	650	681	711
65	742	773	801	832	862	893	923	954	985	015	046	076
66	24 107	138	166	197	227	258	288	319	350	380	411	441
67	472	503	531	562	592	623	653	684	715	745	776	806
68	837	868	897	928	958	989	019	050	081	111	142	172
69	25 203	234	262	293	323	354	384	415	446	476	507	537
70	568	599	627	658	688	719	749	780	811	841	872	902
71	933	964	992	023	053	084	114	145	176	206	237	267
72	26 298	329	358	389	419	450	480	511	542	572	603	633
73	664	695	723	754	784	815	845	876	907	937	968	998
74	27 029	060	088	119	149	180	210	241	272	302	333	363
75	394	425	453	484	514	545	575	606	637	667	698	728
76	759	790	819	850	880	911	941	972	003	033	064	094
77	28 125	156	184	215	245	276	306	337	368	398	429	459
78	490	521	549	580	610	641	671	702	733	763	794	824
79	855	886	914	945	975	006	036	067	098	128	159	189
80	29 220	251	280	311	341	372	402	433	464	494	525	555
81	586	617	645	676	706	737	767	798	829	859	890	920
82	951	982	010	041	071	102	132	163	194	224	255	285
83	30 316	347	375	406	436	467	497	528	559	589	620	650
84	681	712	741	772	802	833	863	894	925	955	986	016
85	31 047	078	106	137	167	198	228	259	290	320	351	381
86	412	443	471	502	532	563	593	624	655	685	716	746
87	777	808	836	867	897	928	958	989	020	050	081	111
88	32 142	173	202	233	263	294	324	355	386	416	447	477
89	508	539	567	598	628	659	689	720	751	781	812	842
90	873	904	932	963	993	024	054	085	116	146	177	207
91	33 238	269	297	328	358	389	419	450	481	511	542	572
92	603	634	663	694	724	755	785	816	847	877	908	938
93	969	000	028	059	089	120	150	181	212	242	273	303
94	34 334	365	393	424	454	485	515	546	577	607	638	668
95	699	730	758	789	819	850	880	911	942	972	003	033
96	35 064	095	124	155	185	216	246	277	308	338	369	399
97	430	461	489	520	550	581	611	642	673	703	734	764
98	795	826	854	885	915	946	976	007	038	068	099	129
99	36 160	191	219	250	280	311	341	372	403	433	464	494

1) Die Jahrhunderte zwischen [ ] dürfen nicht mit ∞, sondern nur mit ∞[g.K] verbunden werden.

Tafel 6.

Zur Verwandlung der Decimalen des Tages in Stunden und Minuten[1]).

d 0.	h m	d 0.	h m	d 0.00	m	d 0.00	m
00	0 0,0	50	12 0,0	00	0,0	50	7,2
01	0 14,4	51	12 14,4	01	0,1	51	7,3
02	0 28,8	52	12 28,8	02	0,3	52	7,5
03	0 43,2	53	12 43,2	03	0,4	53	7,6
04	0 57,6	54	12 57,6	04	0,6	54	7,8
05	1 12,0	55	13 12,0	05	0,7	55	7,9
06	1 26,4	56	13 26,4	06	0,9	56	8,1
07	1 40,8	57	13 40,8	07	1,0	57	8,2
08	1 55,2	58	13 55,2	08	1,2	58	8,4
09	2 9,6	59	14 9,6	09	1,3	59	8,5
10	2 24,0	60	14 24,0	10	1,4	60	8,6
11	2 38,4	61	14 38,4	11	1,6	61	8,8
12	2 52,8	62	14 52,8	12	1,7	62	8,9
13	3 7,2	63	15 7,2	13	1,9	63	9,1
14	3 21,6	64	15 21,6	14	2,0	64	9,2
15	3 36,0	65	15 36,0	15	2,2	65	9,4
16	3 50,4	66	15 50,4	16	2,3	66	9,5
17	4 4,8	67	16 4,8	17	2,4	67	9,6
18	4 19,2	68	16 19,2	18	2,6	68	9,8
19	4 33,6	69	16 33,6	19	2,7	69	9,9
20	4 48,0	70	16 48,0	20	2,9	70	10,1
21	5 2,4	71	17 2,4	21	3,0	71	10,2
22	5 16,8	72	17 16,8	22	3,2	72	10,4
23	5 31,2	73	17 31,2	23	3,3	73	10,5
24	5 45,6	74	17 45,6	24	3,5	74	10,7
25	6 0,0	75	18 0,0	25	3,6	75	10,8
26	6 14,4	76	18 14,4	26	3,7	76	10,9
27	6 28,8	77	18 28,8	27	3,9	77	11,1
28	6 43,2	78	18 43,2	28	4,0	78	11,2
29	6 57,6	79	18 57,6	29	4,2	79	11,4
30	7 12,0	80	19 12,0	30	4,3	80	11,5
31	7 26,4	81	19 26,4	31	4,5	81	11,7
32	7 40,8	82	19 40,8	32	4,6	82	11,8
33	7 55,2	83	19 55,2	33	4,8	83	12,0
34	8 9,6	84	20 9,6	34	4,9	84	12,1
35	8 24,0	85	20 24,0	35	5,0	85	12,2
36	8 38,4	86	20 38,4	36	5,2	86	12,4
37	8 52,8	87	20 52,8	37	5,3	87	12,5
38	9 7,2	88	21 7,2	38	5,5	88	12,7
39	9 21,6	89	21 21,6	39	5,6	89	12,8
40	9 36,0	90	21 36,0	40	5,8	90	13,0
41	9 50,4	91	21 50,4	41	5,9	91	13,1
42	10 4,8	92	22 4,8	42	6,0	92	13,2
43	10 19,2	93	22 19,2	43	6,2	93	13,4
44	10 33,6	94	22 33,6	44	6,3	94	13,5
45	10 48,0	95	22 48,0	45	6,5	95	13,7
46	11 2,4	96	23 2,4	46	6,6	96	13,8
47	11 16,8	97	23 16,8	47	6,8	97	14,0
48	11 31,2	98	23 31,2	48	6,9	98	14,1
49	11 45,6	99	23 45,6	49	7,1	99	14,3

1) Die Tafeln geben immer Stunden und Minuten nach mittlerem Sonnenaufgange für Ujjain.

Der Imâm el-Schâfi'í,

seine Schüler und Anhänger bis zum J. 300 d. H.

Von

F. Wüstenfeld.

Vorgelegt in der Sitzung der Königl. Gesellsch. d. Wiss. am 1. März 1890.

Einleitung.

Wohl kein Volk der Erde hat so früh angefangen seine eigene Sprache und Literatur zu bearbeiten wie die Araber, sobald sie ausserhalb ihres Landes in die allgemeine Weltgeschichte eingetreten waren. Sie wollten nicht bloss Länder erobern, sondern noch vielmehr den Völkern ihren Glauben aufzwingen, und das war nicht so leicht möglich, ohne dass diese ihre Sprache verstanden. Der Corân, das Buch des Glaubens und des Gesetzes, musste täglich gelesen werden, dies durfte aber in keiner anderen Sprache geschehen als in der, in welcher es Muhammed offenbart und von ihm verkündigt war. Dies führte bald dahin, dass die unterjochten Völker das Arabische lernen mussten, da die Araber keine Neigung hatten, sich fremde Sprachen anzueignen. Um aber ihre heilige Sprache vor Verderbniss und Einmischung fremder Elemente zu schützen, stellte sich alsbald das Bedürfniss heraus, sie durch bestimmte Regeln festzustellen, und man legte dabei die alte ächte Sprache der Beduinen, in welcher auch der Corân geschrieben war, zu Grunde, und um diese selbst noch gründlicher zu erlernen, da die Araber ausser dem Corân und einigen nur mündlich fortgepflanzten Gedichten gar keine literarischen Erzeugnisse hatten, fanden sich Männer, welche durch längeren Aufenthalt unter den Beduinen sich dieselbe aneigneten und dann in ihrer neuen Heimath lehrten. So entstanden an den Gränzen des alten Arabischen Gebietes in Baçra und in der

neugegründeten Stadt Kufa die ersten grammatischen Schulen, welche zwar nicht in allen Punkten genau übereinstimmten und in hartnäckigen Kämpfen gegenseitig ihre Ausdrucksweise vertheidigten, allein der Unterschied war so unbedeutend, dass er im Allgemeinen auf den grammatischen Bau der Sprache keinen Einfluss hatte, die Schriftsprache der Gelehrten wurde dieselbe, so weit sich auch das Arabische Reich nach Osten und Westen ausbreitete, und sie ist im Wesentlichen bis auf den heutigen Tag dieselbe geblieben.

Gleichzeitig mit der Feststellung ihrer Sprache, und mündlich schon etwas früher, sind die Araber auf die Erhaltung ihrer historischen Erinnerungen bedacht gewesen, welche sich theils an ihre Stammes-Sagen und die bei ihnen wie bei keinem anderen Volke ausgebildete Kenntniss ihrer Geschlechtsregister, theils an ihre Königsreihen anschloss. In erhöhtem Masse musste es für sie von Wichtigkeit sein die Geschichte ihres Propheten und seine Äusserungen und Bestimmungen als Ergänzung des Corân, sowie die Geschichte seiner Begleiter und Zeitgenossen zu kennen und durch Erzählen auf die Nachwelt zu bringen, bis Alles durch schriftliche Aufzeichnungen für immer festgestellt wurde. So entstanden bei ihnen die Traditionen, deren Studium nächst dem Corân für sie das wichtigste geworden ist.

Die Araber haben über die Geschichte ihrer Lehrer und Gelehrten und deren Werke so vollständige und genaue Nachrichten gesammelt, wie wohl kein anderes Volk; nicht nur haben die Verfasser der allgemeinen Geschichte wie Ibn el-Athîr, Abul-Fidâ, u. A. am Schlusse eines jeden Jahres einen Abschnitt über die in diesem Jahre verstorbenen berühmten Männer, besonders über die Gelehrten angehängt, sondern auch die grossen allgemeinen biographischen Werke, wie Ibn Challikân, el-Kutubí, el-Muḥibbí, enthalten vorzugsweise Nachrichten über die Gelehrten und Dichter. Hierzu kommen die Chroniken einzelner Länder und Städte, wie Abul-Maḥâsins Annalen von Ägypten, el-Chatib el-Bagdadí's Geschichte von Bagdad, Ibn 'Asâkirs Geschichte von Damascus, Fâsís Geschichte von Mekka und zahlreiche andere, welche grösstentheile nur Personalgeschichten sind. Endlich theilen sich die

Biographien in die verschiedenen Classen von Gelehrten: Grammatiker, Dichter, Literaten, Philosophen, Ärzte, Traditions- und Rechtslehrer, Prediger, Richter, Coranleser u. s. w. und von diesen mehrere wieder nach den orthodoxen und anderen Sekten; alle diese werden Classenbücher genannt, nicht weil sie einer einzigen Classe von diesen Gelehrten oder anderen Personen angehören, sondern weil jedes in sich auf verschiedene Weise in Classen getheilt ist. Das älteste und berühmteste ist das Classenbuch des Ibn Sa'd († 230) über die Zeitgenossen des Propheten, nach welchem die nachfolgenden den Titel beibehalten haben und welcher dann auch auf die Werke übertragen wurde, in denen ohne weitere Eintheilung die Namen nur alphabetisch geordnet sind. Zu den letzteren gehören die von Flügel herausgegebenen Classen der Ḥanefiten von Ibn Kutlûbugâ und die bei der vorliegenden Abhandlung benutzten, unten näher zu beschreibenden Classen der Schâfi'iten von el-Subkí, el-Isnawí und Ibn Schuhba.

Ungeachtet der strengen Trennung der vier orthodoxen Sekten kommt es wohl vor, dass Schüler der einen Sekte die Vorlesungen eines berühmten Lehrers einer anderen über ein allgemein gebräuchliches Buch hören, die Absonderung geht aber schon im gewöhnlichen Leben soweit, dass keiner den Namen eines der drei anderen Sektenhäupter führt, z. B. bei den Ḥanefiten kommen die Namen Ḥanbal und Mâlik nicht vor, höchstens in einer längeren genealogischen Reihe einmal; bei den Schâfi'iten sucht man einen Mâlik, Ḥanbal, Abu Ḥanífa oder el-Nu'mân vergebens. Ibn Schuhba hält es sogar für nöthig, wenn ein Schâfi'it auch el-Ḥanefí genannt wird, zu bemerken, dass dies nicht von der Sekte des Abu Ḥanífa, sondern von dem Arabischen Stamme der Banu Ḥanífa zu verstehen sei. Nur der Grammatiker Ibn Mâlik macht eine Ausnahme als Schâfi'it, dessen Grammatik bei allen Sekten im Gebrauch war, und die Namen des Propheten, Muhammed oder Aḥmed, wie el-Schâfi'í und Ibn Ḥanbal eigentlich heissen, kommen wie andere gebräuchliche Namen bei allen Sekten vor.

Im Heidenthum und im Anfange des Islâm finden wir bei den Arabern zur Bezeichnung einer Person fast nur einen einfachen Rufnamen mit dem des Vaters und des Grossvaters oder des Stammes oder Zweiges, zu welchem jemand gehört, wie 'Amr ben Kulthûm el-Taglibí, el-Ḥârith ben Murra el-Dsuhlí, el-Ḥasan ben 'Alí ben Abu Ṭâlib, Tamîm ben Aus el-Dârí. Der Name Muhammed war vor und zur Zeit des Propheten noch nicht sehr gebräuchlich, mit Sicherheit sind aus dem Heidenthume höchstens sechs Personen dieses Namens nachgewiesen. Dagegen waren die aus 'Abd, Diener oder Verehrer, und dem Namen eines Götzen zusammengesetzten Namen ziemlich häufig, wie 'Abd Manât, 'Abd el-'Uzzá, 'Abd Manâf, 'Abd 'Auf, 'Abd Jagûth, 'Abd Nuhm, bis diese im Islâm plötzlich durch den Namen 'Abdallah verdrängt wurden. Da die Araber auf ihre Geschlechtsregister und auf ihre Abstammung von einem berühmten Vorfahren einen hohen Werth legten, so kam es schon im ersten Jahrhundert auf und wurde im zweiten allgemeiner Gebrauch, sich als Ibn Sohn oder Nachkomme eines solchen kenntlich zu machen, besonders wenn dieser in irgend einer Weise mit dem Propheten in Beziehung gestanden hatte, und wenn dessen Nachkommenschaft sich vermehrte, so entstand daraus eine Art von Familien-Namen, deren einzelne Mitglieder sich durch ihren wirklichen oder Vornamen unterschieden, z. B. nach el-Zobeir ben el-'Awwâm, dem berühmten Gefährten Muhammeds, wird jeder seiner Nachkommen, gleichviel wie viel Glieder dazwischen liegen, Ibn el-Zobeir oder el-Zobeirí genannt, wie Abu Abdallah el-Zobeirí nach fünf Generationen. Ebenso hat Schâfi' ben el-Sâïb, von welchem der Imâm Muhammed ben Idrîs el-Schâfi'í im fünften Grade abstammte und welcher mit dem Propheten im sechsten Gliede aufwärts in 'Abd Manâf zusammentraf, der Familie Ibn Schâfi' den Namen gegeben, wonach ein einzelner derselben, also auch der Imâm, el-Schâfi'í genannt wird, und dieser Name ist dann ohne weitere Veränderung auf jeden seiner Anhänger übergegangen. So ist Abul-Ḥasan 'Alí el-Mas'ûdí zubenannt nach seinem Ahnherrn Abdallah ben Mas'ûd, einem Begleiter Muhammeds.

In den folgenden Jahrhunderten gewinnt wieder eine andere Art der Personen-Bezeichnung die Oberhand, nämlich jemanden als Abu, den Vater des und des zu benennen mit Hinzufügung eines abgeleiteten Stammes-, Familien-, Länder- oder Orts-Namens, z. B. Abu Isḥâk Ibrâhîm el-Schîrâzí. Ich habe diesen Namen mit Abu den Vornamen genannt, weil er von den meisten Biographen, welche die Artikel alphabetisch nach dem Hauptnamen geordnet haben, diesem noch vorange-

stellt wird, wie von Ibn Challikân, und weil bei bekannten und berühmten Personen sehr oft der Hauptname ausgelassen und zu dem Vornamen nur der Stadt- oder Familien-Name gesetzt wird, also Abu Isḥâk el-Schîrâzí, und es gilt für hochachtungsvoller, jemand mit seinem Vornamen anzureden, als mit seinem blossen Hauptnamen. Zu jenem Beispiele kann man noch anmerken, dass wohl die Hälfte der Gelehrten, welche Ibrâhîm heissen, den Vornamen Abu Isḥâk führen, sowie sich bei 'Omar am häufigsten der Vorname Abu Ḥafç findet. Flügel hat in dem Register zum Ḥagi Chalfa diese Abu-Namen gleich hinter dem Hauptnamen folgen lassen, also alle Abu Ishak hinter Ishâk, mit Berücksichtigung der Hauptnamen für die zweite Stelle nach dem Alphabet; Juynboll zum Abul-Maḥâsin hat sämmtliche Abu-Namen zusammengerückt. Beide Methoden haben ihr Unbequemes, was bei anderer Ordnung durch Verweisungen hätte vermieden werden können, da selbst der Geübteste nicht immer auch die Vornamen der Gelehrten kennt, es war indess nicht leicht hier eine Gränze zu finden, wenn die Register nicht übermässig ausgedehnt werden sollen.

Im Anfange des V. Jahrhunderts d. H. kommt nun eine eigene Art von Ehrenbenennung für Gelehrte vor durch Zusammensetzung eines Auszeichnungswortes mit ed-dîn Religion, oder el-islâm. Der älteste so zubenannte Gelehrte, welcher mir bekannt geworden ist, war Abu Isḥâk Ibrâhîm ben Muhammed gen. Rukn ed-dîn „die Säule der Religion" el-Isfaráïní, gest. im J. 418 (1027), wie er von Ibn Challikân und Ibn Schuhba genannt wird; Nawawi, el-Subkí, Ḥaĝi Chalfa, el-Isnawí kennen diesen Ehrennamen für ihn nicht, die drei ersteren geben ihm dagegen den Ehrentitel Ustâd *Magister*, Ibn Challikân hat beide Bezeichnungen el-Ustâd Rukn ed-dîn. Ibrâhîm war zu seiner Zeit der berühmteste Schâfi'itische Rechtsgelehrte, er wurde von Isfarâïn nach Nîsâpûr berufen, wo für ihn eine neue, so schöne hohe Schule erbaut wurde, wie noch keine bestand, und dort sind also diese Ehrennamen zuerst aufgekommen. Zweifelhaft bleibt es, ob er sich selbst Ustâd *Magister* genannt habe und der Titel seines Buches Ḥaĝi Ch. Nr. 8248 zu übersetzen ist: das Glaubensbekenntniss des Magister Abu Isḥâk Ibrâhîm — und ob er von dem Titel des Buches erst selbst den Titel *Magister* erhielt oder wie Flügel ihn aufgefasst hat: *Confessio fidei magistri* (eines Magister) *auctore Abu Isḥâk*, nur müsste es im letzteren Falle anstatt ابى اسحق genauer heissen لابى اسحق.

Erst zwanzig Jahre später findet sich hierzu ein zweiter ebenfalls in Nîsâpûr: Abu Muhammed Àbdallah ben Jûsuf Rukn el-Islâm „die Säule des Islâm" el-Ġuweiní † 438 (1046), nur bei el-Subkí mit diesem Ehrennamen. Lange nachher werden dann solche Ehrennamen etwas häufiger: Abd el-rahman ben Muhammed Abul-Hasan el-Pûschenĝí † 467 (1074) wird von Ibn Schuhba Ġamâl el-Islâm „Zierde des Islâm" zubenannt; Abu Isḥâk Ibrâhîm el-Schîrâzí † 476 (1083) heisst

'Gamâl ed-dîn „Zierde der Religion"; Abul-Ma'âlî Abd el-malik el-'Guweinî, Sohn des obigen, † 478 (1085) heisst Dhijâ ed-dîn „Licht der Religion". Dies sind so ziemlich die einzigen Beispiele aus dem V. Jahrhundert und man kann als Regel annehmen, dass ein Mann mit einem solchen Ehrennamen erst nach dem V. Jahrhundert lebte.

Gegen das Ende des VI. Jahrh. breitet sich die Sitte dieser Art der Benennung rasch nach allen Seiten aus und wird im VII. Jahrh. so allgemein, dass kaum ein Gelehrter ohne einen solchen auszeichnenden Namen bleibt; die häufigsten sind Schams ed-dîn Sonne der Religion, Badr — Mond —, Naǵm — Stern —, Zein — Schmuck —, Kamâl — Vollkommenheit, Muhji — Wiederbeleber —, Kutb — Axe —, Fachr — Ruhm —, 'Izz — Stärke —, 'Gamâl — Glanz —, Nûr — Licht —, Rukn — Säule, Bahâ — Zierde — Tâǵ — Krone — Schihâb — leuchtende Flamme, Scharaf ed-dîn Adel der Religion.

Nach diesen Ehrennamen hat Flügel die späteren Gelehrten geordnet, schon für den Kenner zum Auffinden nicht leicht, wieviel weniger für Anfänger und Laien. Und diese Ordnung ist nicht vollständig durchgeführt, z. B. der unter dem Vornamen unter uns allgemein bekannte Historiker Abul-Fidâ kommt so bei Hagi Chalfa gar nicht vor, also auch nicht im Register, aber auch nicht unter seinem Gelehrtennamen 'Imâd ed-dîn „Stütze der Religion", sondern unter seinem Regenten-Namen el-Melik el-Muwayyed *Princeps potentissimus*.

Seit dem IX. Jahrh. werden diese Ehrennamen abgekürzt, indem das, worin sich jemand auszeichnete und Verdienste erwarb, Religion, Islâm, ausgelassen und dem ersten Worte der Artikel vorgesetzt wird, aus Schams ed-dîn „Sonne der Religion" wird bloss el-Schams „die Sonne". — Wer aber einen solchen Ehrennamen, welcher für dieselbe Person bei den verschiedensten Schriftstellern immer derselbe ist, einem Gelehrten zuerst beilegte, wonach sich alle richteten, ist noch eine offene Frage. Es wäre doch sehr anmassend, wenn es ein Gelehrter selbst thäte, aber die Möglichkeit ist nicht ausgeschlossen; vielleicht aber geschah es durch die Schüler, welche damit dem Lehrer eine Ehre erweisen wollten, möglich schon bei dessen Lebzeiten, indem sie auf den Titeln der von ihnen nachgeschriebenen Vorträge bei seinem Namen diese Titulatur anbrachten, aber woher dann diese Übereinstimmung? und wie kamen diejenigen dazu, welche keine Bücher schrieben oder dictirten? Es kommt aber auch vor, dass schon bei der Geburt einem Kinde sowohl der Vorname mit Abu, als der Ehrenname mit ed-dîn von dem Vater gegeben wurde, wie bei 'Gamâl ed-dîn el-Isnawî, freilich in dem aussergewöhnlichen Falle, dass der Vater dem Neugeborenen den Namen und Ehrennamen seines bereits verstorbenen Bruders beilegte.

Die Classenbücher.

Die Verfasser von Classenbüchern der Schâfi'iten hat Ḥaği Chalfa Nr. **7900** nach der Vorrede des Ibn el-Subkí zur mittleren Ausgabe seines Classenbuches vollständig mitgetheilt, an welche die späteren sich anschliessen.

1. Der erste, welcher Biographien der Schâfi'iten schrieb, war der Traditionsgelehrte Imâm Abu Ḥafç 'Omar ben 'Alí el-Muṭṭawwi'í, über welchen nichts näheres bekannt ist, und sein Nachfolger soll der Imâm Abul-Ṭajjib Sahl ben Abu Sahl Muhammed ben Soleimân el-Çu'lûkí † 402 (1011) oder 404 (1013) gewesen sein. Beide werden von den Biographen häufig angeführt, fast immer nur mit ihrem Namen ohne Angabe des Titels eines Buches, und H. **11711** legt dem Çu'lûkí, von dessen schriftstellerischer Thätigkeit weder die Biographen wie Ibn Challikân, Isnawí, Ibn Schuhba, noch die Historiker wie Ibn el-Athîr, Abul-Maḥâsin etwas erwähnen, das Werk bei ***Liber inauratus de historia Scheichorum sectae***, ein Classenbuch der Schâfi'iten, welches aber von Isnawí und Sujûṭí dem Muṭṭawwi'i, der im IV. Jahrh. lebte, zugeschrieben wird. Diese Ungewissheit wird gehoben durch eine Stelle bei Isnawí, wo er Muṭṭawwi'í und den obigen Titel des Buches citirt mit dem Zusatze „welches er für den Imâm Abul-Ṭajjib el-Çu'lûkí schrieb" d. i. ihm dedicirte. Es ist also wahrscheinlich, dass das Werk unter dem Namen beider, dem des Verfassers el-Muṭṭawwi'í und dessen, welchem er es gewidmet hatte, bekannt war und citirt wurde. — Ibn Schuhba sah von dem Werke einen Auszug, vielleicht von Abu 'Amr Ibn el-Çalâḥ zur Benutzung für sein unvollendet gebliebenes grösseres Classenbuch. Vergl. unten Nr. 9.

2. Abul-Ṭajjib Ṭâhir ben Abdallah el-Ṭabarí † in Bagdad im J. 450 (1058), schrieb über die Geburt des Schâfi'í mit einem Verzeichniss seiner Anhänger.

3. Abu 'Âçim Muhammed ben Ahmed el-'Abbâdí † 458 (1065) in Herât, vollendete im J. 435 seine *Classes Schâfi'itarum* mit bis dahin unbekannten, nützlichen Bemerkungen, nur in den biographischen Angaben zu kurz.

4. Abu Ishâk Ibrâhîm ben 'Alí el-Schîrâzí † 476 (1083) in Bagdad, schrieb *Classes Iurisconsultorum*, ein Compendium, welches 'Izz ed-dîn 'Alí ben Angab Ibn el-Sâ'í † 674 (1275) vorzüglich aus den Genealogien des Abu Sa'd el-Sam'âní auf 7 Bände erweiterte.

5. Abu Muhammed Abdallah ben Jûsuf Ibn el-Çalâh el-Gurganí † 489 (1096), verfasste *Classes Schâfi'itarum* und *Virtutes Schâfi'i.*

6. Abu Muhammed Abd el-wahhâb ben Muhammed el-Fâmí † 500 (1106) in Schîrâz, schrieb *Chronicon Jurisconsultorum.*

7. Abul-Hasan 'Alí ben Abul-Câsim el-Beihakí gen. Funduk ist nur durch den Titel eines Werkes bekannt: *Praesidia perspicacis de meritis asseclarum Schâfi'i praestantibus.*

8. Abul-Nagîb Abd el-câhir ben Abdallah el-Suhrawerdí † 563 (1168) ist Verfasser einer Sammlung von Nachrichten über Sch.

9. Takî ed-dîn Abu 'Amr 'Othmân ben Mûsá Ibn el-Çalâh † 643 (1245) in Damascus hatte ein grösseres Werk *Classes Jurisconsultorum Schâfi'iticorum* begonnen, starb aber vor der Beendigung und hatte noch nichts davon ins Reine geschrieben.

10. Abu Zakarîja Jahjá ben Scharaf el-Nawawí nahm diese Arbeit wieder auf, kam indess nicht weit mit der Reinschrift und hatte nur wenige Zusätze gemacht, als ihn der Tod im J. 676 (1271) ereilte. Zur Vollendung brachte es erst

11. Abul-Haggâg Jûsuf ben Abd el-rahman el-Mizzí † 742 (1341). Auffallend ist, dass alle drei mehrere der berühmtesten Männer nicht erwähnen; el-Isnawí zählt in der Vorrede zu seinem Classenbuche deren 52 namentlich auf.

12. Des 'Imâd ed-dîn Ismâ'îl ben Hibatallah Ibn Bâtîsch † 655 (1257) im J. 644 beendigte *Classes Jurisconsultorum* werden von el-Subkí, el-Isnawí und Ibn Schuhba oft erwähnt.

13. Abu Ḥafç oder Abul-Fatḥ 'Omar el-Taflîsí † 672 (1273) schrieb *Classes*, welche besonders von el-Isnawí häufig benutzt sind.

14. Tâg ed-dîn Abd el-wahhâb ben 'Alí el-Subkí † 771 (1369) verfasste *Classes Jurisconsultorum Schâfi'iticorum.*

15. Gamâl ed-dîn Abd el-rahîm el-Isnawí † 772 (1370) schrieb *Classes Schâfi'itarum.* Zusätze dazu machte ein gewisser Scheich 'Afîf ed-dîn. Catal. Mus. Brit. Pars II, p. 741.

16. Abul-Fidâ Ismâ'îl ben 'Omar Ibn Kathîr † 774 (1372) schrieb *Classes Schâfi'itarum* und *Vita Imami el-Schâfi'i.*

17. Schams ed-dîn Muhammed ben Abd el-rahman el-'Othmâní el-Çafedí † ums J. 800 (1397); seine *Classes Schâfi'itarum* werden von Ibn Schuhba für fehlerhaft erklärt, sowie seine *Historia urbis Çafid* nachlässig bearbeitet ist.

18. Abu Ḥafç 'Omar ben 'Alí Sirâg ed-dîn Ibn el-Mulakkin † 804 (1401) verfasste *Classes Jurisconsultorum* in 30 Classen bis zum J. 770 reichend.

19. Takî ed-dîn Abu Bekr ben Ahmed Ibn Câdhi Schuhba † 851 (1447); seine *Classes Jurisconsultorum* in 29 Classen reichen bis zum J. 840 und wurden von 'Izz ed-dîn Ḥamza ben Aḥmed el-Dimaschkí † 874 (1469) fortgesetzt.

20. Kuṭb ed-dîn Muhammed ben Muhammed el-Cheidharí † 894 (1489) schrieb über die Classen der Schâfi'iten unter dem besonderen Titel *Radii ingenii alacris viros inter Schâfi'itas praestantissimos illustrantes.*

21. Abul-Fadhl Abd el-rahman ben Abu Bekr Galâl ed-dîn el-Sujuṭí verfasste ein *Compendium de Classibns Jurisconsultorum Schâfi'iticorum* und hat in seiner Geschichte von Ägypten ein besonderes Capitel über die Ägyptischen Schafi'iten.

Von diesen hat fast jeder Nachfolgende seinen oder seine Vorgänger benutzt, ausgezogen oder vollständig aufgenommen, und die Liste bis auf seine Zeit weitergeführt, sodass wir von den späteren Verfassern fast immer die Nachrichten über ihre eigenen älteren verstorbenen Zeitgenossen erhalten. el-Subkí sagt bei der Aufzählung seiner zuerst

genannten 12 Vorgänger, dass er die Bücher von vieren derselben, Nr. 5. 7. 8. und 12 nicht gesehen habe; von Nr. 12 könnte sich dies nur auf die beiden ersten Ausgaben von Subkî's Classenbuche beziehen, denn in der dritten nennt er Ibn Bâtisch sehr häufig. — Alle oben genannten Sammler von Classenbüchern werden im Verlauf der Abhandlung mit genaueren Angaben an ihrer Stelle wieder vorkommen, nur von den Verfassern der drei dazu benutzten Werke, el-Subkí, el-Isnawí und Ibn Câdhi Schuhba, muss schon hier etwas ausführlicher die Rede sein.

Abu Naçr Abd el-wahhâb ben 'Alí ben Abd el-kâfî ben 'Alí ben Tammâm ben Jûsuf ben Mûsá ben Tammâm el-Ançârí el-Chazragí Tâg ed-dîn el-Subkí d. i. der sein Geschlecht von einem gewissen el-Chazrag einem Begleiter des Propheten ableitete und dessen Vorfahren in dem Orte Subk bei Memphis gewohnt hatten, wurde im J. 727 (1327) [oder 729 oder 728] in Câhira geboren. Die Familie el-Subkí gehörte zu den angesehensten des Landes und es sind aus ihr wohl 200 Jahre lang die Câdhis und Ober-Câdhis für Câhira und abwechselnd auch für Damascus hervorgegangen; eine Stammtafel derselben s. in d. Academien d. Araber, S. 119. Abd el-Wahhâb erhielt den ersten Unterricht in Câhira von seinem Vater Takî ed-dîn 'Alí, dann von Abu Bekr Ismâ'îl Magd el-dîn el-Zankalûní[1]) einem berühmten Lehrer † 740, von Abu Ḥafç 'Omar Zein ed-dîn Ibn el-Balfijâní † 749, von Abul-Thanâ Maḥmûd Schams ed-dîn el-Içpahâní † 749, und im Corânlesen von Abul-Câsim Abd el-rahman Nagm ed-dîn el-Açfûní † 750. Als der Vater im Gumâdá II. 739 als Câdhi nach Damascus versetzt wurde, folgte ihm der Sohn und fuhr hier fort in seinen Studien bei ihm, las bei dem Traditionslehrer Jûsuf el-Mizzí † 742, besuchte die Vorlesungen des Muhammed ben Abu Bekr Schams ed-dîn Ibn el-Nakîb † 745, des Grammatikers Abu Ḥajjân Muhammed Athîr ed-dîn el-Andalusi † 745 und schloss sich an Abu Abdallah Muhammed

1) So schrieb er sich selbst, aus Zankalûn mit Z und n, wie man gewöhnlich spricht, während der Ort in der Provinz el-Scharkia eigentlich Sankalûm heisst mit S und m.

Schams ed-dîn el-Dsahabí † 748, von welchem er das Zeugniss der Reife erhielt, und nachdem er sich dann selbst noch weiter ausgebildet hatte, fertigte ihm der genannte Scheich Ibn el-Nakîb das Diplom für die juristische Praxis und den Unterricht aus, und doch war er beim Tode dieses Scheich erst 18 Jahr alt. Er trat nun als Rechtsanwalt und öffentlicher Lehrer auf, trug Traditionen vor, schriftstellerte, und kam beim Tode seines Bruders des Câdhi Gamâl ed-din Ḥusein im J. 755 an dessen Stelle, um seinen Vater im Gerichte zu vertreten, und erhielt auf den Wunsch des Vaters im Rabi' I. 756 die Geschäfte ganz selbständig. Auf kurze Zeit entlassen und wieder angestellt bekam er dann die Lehrerstellen an den grossen hohen Schulen 'Azîzia, der grossen 'Âdilia, Gazzâlia, 'Udsrâwia, den beiden Schâmia, der Nâçiria, Amînia und der Traditionsschule Aschrafia, bis er im J. 763 wegen Zumuthungen, die man an sein richterliches Urtheil machte und denen er sich standhaft widersetzte, seiner Stellen enthoben, auf die Festung ins Gefängniss gebracht und gefoltert wurde, während sein Bruder Bahâ ed-din Aḥmed aus Câhira berufen und in seine Ämter eingesetzt wurde. Nach 80 Tagen wurde er begnadigt und erhielt seine Freiheit, und nachdem er seine Gegner, welche ihn unter die Füsse zu treten suchten, zum Schweigen gebracht und von sich abgewehrt hatte, begab er sich nach seiner Vaterstadt Câhira, bekam die Stellen, welche sein Bruder dort inne gehabt hatte, an der hohen Schule Schîchûnia, der Kapelle des Schâfi'í, die Repetentur an der Tûlûnischen Moschee und andere. Im Anfange des J. 765 wurde Bahâ ed-dîn nach Câhira zurückberufen und Tâg ed-dîn in seine früheren Stellen in Damascus wieder eingesetzt, zu denen noch das durch den Tod des Gamâl ed-dîn Maḥmûd Ibn Gamla erledigte Predigeramt an der Hauptmoschee hinzukam. Ibn Kathîr sagt in seinem Classenbuche: „Kein Câdhi vor ihm hat so schwere Schicksale zu ertragen gehabt wie er, aber auch keinem sind so hohe Ehren erwiesen wie ihm.“ Er beherrschte verschiedene Fächer der Wissenschaften, in der Jurisprudenz und ihren Grundlehren war er vollkommen bewandert, ebenso in den Traditionen und schönen Wissenschaften; die Arabische Sprache war ihm geläufig,

sowohl in der Prosa, als im poëtischen Stil, mit einer raschen, augenblicklichen Auffassung verband er eine beredte, geläufige Zunge in kühnen Wendungen, scharfen Verstand und ein feuriges Wesen, wodurch er im Disputiren anderen überlegen war. Er schrieb eine Menge Bücher schon in jungen Jahren und später bei seinen vielen Geschäften, sie wurden bei ihm gelesen, schon bei seinen Lebzeiten und nach seinem Tode weit verbreitet, und er ging in seinem Amte als Câdhi und in den Ehrenbezeigungen in Syrien allen voran; er war ein sehr geachteter, ja gefürchteter Mann, vor dem sich die in hohen Würden stehenden Câdhis und andere beugten. Er konnte sogar dem Statthalter einmal ein Billet schreiben, worin er sagte: „Ich besitze zur Zeit die höchste Gewalt in der Ehescheidung und keiner hat die Macht, darin meinem Worte zu widersprechen;“ und man nahm die Entscheidungen, welche er gab, willig an. Eines Tages hatte er noch in der Moschee gepredigt; in der folgenden Nacht wurde er von der Pest befallen, welcher er nach vier Tagen Dienstag Abend d. 7. Dsul-Ḥiggа 771 (2. Juli 1370) erlag; er erreichte nur ein Alter von 44 Jahren, und wurde in ihrer Familiengruft am Fusse des Câsiûn begraben.

Tâg ed-dîn verfasste *Classes Jurisconsultorum Schâfi'iticorum* in drei Bearbeitungen: 1. *Classes majores* ursprünglich in drei Theilen, dann in zwei starken Bänden abgeschrieben; zu dem zweiten Bande Cod. Lugdun. 897 ist jetzt nach 80 Jahren der vermisste erste Band wieder aufgefunden. Diese Ausgabe ist in sieben Classen getheilt: 1) Die unmittelbaren Schüler des Schâfi'î, und alle seine Anhänger des Namens Ahmed und Muhammed; 2—7. in jeder Classe die in einem Jahrhundert verstorbenen alphabetisch. — 2) *Classes mediae* in abgekürzter Form in einem starken Bande, im J. 754 beendigt. Berlin Cod. 1183. Bodleian. 667. 747. Brit. Mus. 1297. Es ist kein eigentliches Classenbuch mehr, sondern alle Namen sind nur alphabetisch geordnet; der Anfang hat freilich noch die Überschrift „erste Classe“, sie enthält die Schüler; dann folgen ohne Bezeichnung von Classen nur Überschriften: die Ahmed, die Muhammed, danach mit der Überschrift der Buchstaben des Alphabetes alle übrige Namen, darauf die unter Vor- oder

Ortsnamen bekannten Personen, zuletzt 4 gelehrte Schafi'itinnen und in einem Anhange einige Traditionen aus der ersten Ausgabe. — 3) Die *Classes minores* enthalten in derselben Ordnung nur die blossen Namen mit kaum etwas mehr als dem Todesjahre. Im Ganzen sind es über 1500 Namen, von denen fast der dritte Theil auf die beiden Namen Ahmed und Muhammed kommt. Die einzige bekannte Handschrift dieser dritten Ausgabe zu Gotha 1762, welche ich mir abgeschrieben habe, ist flüchtig und oft ohne diakritische Punkte, sonst ziemlich correct und noch bei Lebzeiten des Verfassers geschrieben. — 4) *Annotationes utiles, quae comprehendunt similia et aequalia in juris partibus specialibus*, das beste Werk über dies Thema. H. 775. — 5) *Liber aenigmatum*. **1134**. — 6) *Collectio collectionum*, ein sehr beliebtes Compendium über die Grundsätze des Schâfi'itischen Rechts, worüber mehrere Gelehrte Commentare geschrieben haben. **4161**. Lugdun. 1845. Goth. 926. — 7) Er selbst schrieb dazu einen Anhang *Depulsio impedimentorum* über 30 Fragen, welche ihm Schams ed-dîn Muhammed el-Gazzí († 828) vorgelegt hatte. **4161. 13206**. Goth. 927. — 8) *Exornatio de jurisprudentia*. **3738**. — 9) Galeb Haleb? *Clamores Halebenses*. Beantwortung von Fragen, welche Schihâb ed-dîn Ahmed el-'Adsra'í († 783) aus Haleb über diese *Exornatio* an ihn gerichtet hatte. — 10) *Levatio veli obtegentis s. Commentarius in Compendium Ibn el-Hâgib* († 646) d. i. zu der abgekürzten Bearbeitung eines grösseren Werkes *Summum desiderii et spei de doctrinis principiorum et topica*, zwei Bände. **6496. 13126**. — 11) Commentar zu der *Via regia* des Beidhâwí, als Fortsetzung des Commentars seines Vaters Takî ed-dîn 'Alí. **13261**. — 12) *Institutio* zu dem *Tanbîh* des Abu Ishâk el-Schîrâzí; so el-Subkí und **H. 2924**, aber **H. 3639** pag. 433 dem Vater Takî ed-dîn beigelegt. — 13) *Gladius e vagina eductus, Commentarius in confessionem fidei Abi Mançûri Muhammed el-Mâtrîdí* († 332). **7361. 8246**. — 14) *Restitutor beneficiorum et exstinctor poenarum a Deo constitutarum*, Beantwortung der Frage, ob jemand, der die göttliche Gnade und Wohlthaten verscherzt und verloren hat, dieselben auf irgend eine Weise wieder erlangen könne? in 112 Beispielen. **12448**. — 15) *Tractatus de pestilentia*. **6218**.

Abu Muhammed Abd el-raḥîm ben el-Ḥasan ben 'Alí ben 'Omar ben 'Alí ben Ibrâhîm Gamâl ed-dîn el-Coreschí el-Omawí el-Isnawí (Isnâwí, Asnâwí) aus Isnâ einer Stadt am Nil in Oberägypten, war dort, wie er selbst sagt, am Ende[1]) des J. 704 (vor Mitte 1305) geboren; einige Monate vor seiner Geburt war ein Bruder seines Vaters Namens Gamâl ed-dîn Abd el-râḥim gestorben und der Vater gab dem Neugeborenen wieder dieselben Namen und Ehrennamen. Der Vater hatte ebenso wie sein Bruder bei Bahâ ed-dîn Hibatallah el-Kifṭí († 697) Unterricht gehabt, galt für einen gebildeten Mann, war fromm und gottesfürchtig, zog sich aber von der Welt zurück mit Beten und Lesen im Corân beschäftigt und verliess seine Wohnung nur um in die Moschee zu gehen zum öffentlichen Gebete am Freitage und gewöhnlich Morgens und Abends, ausserdem sorgte er für den Unterhalt seiner Familie, den er aus einem Landgute mit einem Teiche bezog. Spät Abends versammelte er seine Kinder um sich und trug ihnen etwas vor aus dem Civilrecht, dem Erbrecht und der Arabischen Sprache; er starb Abends d. 6. Muḥarram 718 zwischen 60 und 70 Jahr alt.

Gamâl ed-dîn begab sich im J. 721 nach Câhira, hörte die Traditionen und studirte die verschiedenen Fächer der Wissenschaften zuerst bei Cuṭb ed-dîn Muhammed el-Sunbâṭi † 722 und Gamâl ed-dîn Aḥmed el-Wâsiṭí gen. el-Waǵízí † 727; bei Abu Ḥajjân Muhammed Athîr ed-dîn Ibn Ḥajjân el-Gajjâní († 745) las er die Grammatik *Methodus facilitata* des Ibn Mâlik; bei Badr ed-dîn Muhammed ben As'ad el-Tustarí († nach 730), dem berühmtesten Lehrer der Logik, Philosophie und der Fundamente der Theologie und Jurisprudenz, welcher sich im Anfange des Jahres 727 einige Monate in Câhira aufhielt, hörte er die bei 'Alâ ed-dîn 'Alí ben Ismâ'îl el-Cûnewí († 729) angefangenen und durch dessen Reise nach Damascus unterbrochenen Vorlesungen über Philosophie bis zu Ende. Im J. 727 kam auch der Traditions- und Rechtslehrer Galâl ed-dîn Muhammed el-Cazwíní († 739) aus Damascus nach Câhira, dessen Vorlesungen Gamâl ed-dîn noch besuchte. In dem-

1) فى اخر statt dessen Ibn Schuhba فى رجب im Raǵab (Febr. 1305).

selben Jahre hatte er selbst seine Lehrthätigkeit schon begonnen, er hielt Vorlesungen in den hohen Schulen Akbugawia, Mâlikia, Fârisia und Fâdhilia, erklärte den Corân in der Tûlûnischen Moschee, wurde zugleich Verwalter des Staatsfiscus, dann auch Polizeidirector. Die letztere Stelle gab er bald wieder auf, von der anderen wurde er entlassen, lebte dann ganz dem Unterricht und der in seinem 30sten Jahre begonnenen Schriftstellerei und wurde als der erste und berühmteste Traditions- und Rechtskundige anerkannt. Eine grosse Menge machte bei ihm ihre Studien und die meisten Gelehrten Ägyptens waren seine Schüler. Er hatte eine schöne Gestalt, schrieb einen gefälligen Stil, war angenehm im Umgange und wohlwollend gegen seine Schüler, nur darauf bedacht sich nützlich zu machen und Bücher zu schreiben. Er starb plötzlich im Gumâdá II. 772 (Jan. 1370) und wurde nahe bei den Gräbern der Çufiten beerdigt. Hierin stimmen alle Biographen überein auch el-Hasan Ibn Habîb in seiner Chronik *Unio filorum*, Orientalia II, indem er ihn 67 Jahre alt werden lässt, nur Sujûtí I. 196 sagt, er sei im Gumâdá I. 777 gestorben.

Schriften. 1) el-Muhimmât, *Quaestiones graves*, ein Commentar in 10 Bänden über die beiden Hauptwerke des Schafi'itischen Rechts, nämlich den Commentar des Abd el-karîm el-Râfi'í zu dem ***Wagîz Compendium breve*** des Abu Hâmid Muhammed el-Gazzâlí † 505 und el-Raudha *Viridiarium* des Nawawí † 676. H. Ch. **13474. 14191. 6666.** — 2) Nachdem er diesen grossen Commentar beendigt hatte, in welchem so viele Gelehrte genannt werden, fühlte er das Bedürfniss auch diese in einem übersichtlichen Werke zusammenzustellen und ihre Geburts- und Todesjahre, Heimath, Lehrer, Aemter und Schriften anzugeben. Er benutzte dazu die schon vorhandenen Sammlungen, die oben genannten Classen der Schafi'iten, ging aber öfter selbst auf deren Quellen zurück, wie die Geschichte der grösseren Städte Bagdad, Nîsâpûr, Damascus, Miçr, Jerusalem und die allgemeinen Geschichtswerke und Biographien, z. B. el-Dsahabí, Ibn Challikân, Nawawí und dehnte dann seine Sammlung auf die in den Muhimmât nicht vorkommenden und die nach Nawawí lebenden gelehrten Schafi'iten aller Stände bis

auf seine Zeit aus. Das Ganze betitelte er wie seine Vorgänger *Classes Schâfi'itarum*, wiewohl eine Abtheilung nach Classen nicht stattfindet, sondern sämmtliche Namen nach dem Alphabet geordnet sind, jedoch in der eigenthümlichen Weise, dass die Personen, anstatt unter ihrem eigentlichen Namen, unter demjenigen aufgeführt werden, den sie im Verkehr der Gelehrten oder in der Literatur bekommen haben, d. h. unter Vor- oder Ehren-Namen, Familien- oder Beinamen, Beschäftigung, oder am meisten unter dem Heimaths-Namen, einige sogar unter dem Anfangsbuchstaben des Titels eines bekannten Buches. Die in jedem Buchstaben des Alphabetes fallenden Namen sind dann in zwei Abtheilungen getheilt, die erste enthält die Personen, welche in den beiden Hauptwerken des Râfi'i und Nawawí vorkommen, die zweite alle sonst hinzukommenden; in jeder Abtheilung folgen die Namen chronologisch aufeinander, nur dass gewöhnlich Familienglieder, Vater, Sohn, Enkel gleich zusammengestellt sind. Diese Eintheilung hat beim Nachschlagen etwas Unbequemes, ist zeitraubend und erfordert schon einige Kenntniss der Literatur, sie ist aber auf der anderen Seite nützlich dadurch, dass sie sich nach den in der Literatur gebräuchlichen Benennungen richtet. Die Anzahl der aufgeführten Personen beträgt 1400. Der Verfasser begann dazu zu sammeln vor dem J. 750 und beendigte die Reinschrift am 21. Schawwâl 769.

Die von mir benutzte Handschrift der Rifâ'ija Sammlung No. 142 ist ein Bändchen in kl. Folio von 95 Blättern, aber so klein und eng geschrieben, gewöhnlich 37 Zeilen, doch auch bis zu 63 Zeilen auf einer Seite, dass in meiner Abschrift daraus 346 Seiten in Quart geworden sind. Die Schrift ist für mich nur mit Hülfe eines Vergrösserungsglases zu lesen gewesen, mit ineinander geschlungenen Zügen oder Abkürzungen der Buchstaben, fast ohne diakritische Punkte, durch deren richtige Hinzufügung ein sehr correcter Text entsteht.

el-Isnawí war ein grosser Bücherfreund und suchte besonders alte seltene Bücher zu erwerben, und wenn dies nicht möglich war, nahm er wenigstens von ihnen Einsicht um ihren Inhalt und Werth kennen zu lernen, und er merkt dann bei den einzelnen Gelehrten an, dass er ihre Werke eigen besitze oder sie gesehen habe. Eine Zusammenstellung seiner Bemerkungen hierüber wird nicht ohne Nutzen sein, wir führen sie nach der Zeitfolge der Verfasser auf und ordnen Zusammengehöriges

untereinander, man kann dabei voraussetzen, dass grössere Werke und die gebräuchlichen juristischen Hand- und Lehrbücher in seiner Bibliothek vorhanden waren. Die Stellen sind möglichst genau mit den Worten des Verf. wiedergegeben, welcher in der ersten Person spricht, und die Verweisungen auf die Titel bei Ḥagi Chalfa gemacht.

Zu der *Epistola* des Imâm el-Schâfi'i († 204) schrieb Abul-Walîd Ḥassân el-Nisâpûrí († 349) einen schönen Commentar, der selten zu finden ist; ich besitze eine Exemplar davon. H. Ch. **6193.**

Zu dem *Compendium* des Ismâ'îl ben Jaḥjá el-Mozeni († 264) sind mir zwei Commentare des Abu 'Alí el-Ḥasan ben el-Ḥosein Ibn Abu Horeira el-Bagdadí † 345 vorgekommen, ein ausführlicher und ein abgekürzter in einem Bande. **11628.** Der Commentar des Abu Isḥâk Ibrâhîm el-Merwazí über dies *Compendium* ist der schönste, welchen ich gesehen habe.

Zu demselben *Compendium* des Mození schrieb auch Abu Bekr Muhammed ben Dâwûd ben Muhammed el-Merwazí gen. el Çeidalâni „der Apotheker" el-Dâwûdí einen Commentar H. Ch. **11628** in zwei starken Heften; ein Exemplar hiervon erwarb Naǵm ed-dîn Aḥmed Ibn el-Rif'a († 710) grade zu der Zeit, als er an seinem Commentar zu dem *Wasîṭ* des Gazzâlí **14225** arbeitete; er nahm einen grossen Theil desselben darin auf, glaubte aber nicht, dass el-Çeidalâni und el-Dâwûdí eine und dieselbe Person sei. Dieses Exemplar ist in meinen Besitz gekommen, es ist alt und vom J. 471 datirt, also nach unserer Meinung nicht lange nach dem Tode des Verfassers geschrieben. Der Abschreiber giebt ihm den obigen Namen ohne el-Çeidalâní, welcher nach el-Sam'âni mit el-Dâwûdí derselbe ist und ein Schüler des jüngeren el-Caffâl el-Merwazí († 417) war. Diese beiden waren also Zeitgenossen und der Unterschied im Alter betrug etwa zehn Jahre. Ich habe dann auch von dem Commentar des Çeidalâní-Dâwûdí über die *Furû'*, Lehrbuch des Schafi'itischen Rechts von Ibn el-Ḥaddad († 345) ein Exemplar erworben, dessen Schreiber dasselbe aus dem Autograph des Verfassers copirte und bei ihm im J. 436 las, wie dieser darin eigenhändig beglaubigt hat; es ist ein kostbarer seltener Commentar, worin der Abschreiber den obigen Namen mit der Genealogie mit Çeidalâní, aber ohne Dâwûdí angegeben hat. Wo nun el-Râfi'í aus einem der Commentare des *Compendium* citirt, ohne den Namen des Verf. zu nennen, da ist dieser des Çeidalâni gemeint, das merke dir, denn ich habe es genau untersucht und so aufgeschrieben. — [Ibn Schuhba hat diese Auseinandersetzung des Isnawí fast vollständig aufgenommen und danach den Abu Bekr el-Çeidalâní in die Classe der zwischen 425 und 440 verstorbenen gesetzt.]

Muhammed ben Naçr el-Merwazí † 294 verfasste ein Werk über das Gebet unter dem Titel *Praedicatio vis precationis*, welches viele Traditionen und

einige feststehende Regeln enthält und von seiner umfassenden Kenntniss der Überlieferungen und seinem gesunden Urtheil Zeugniss giebt, ich fand es in einem starken Bande. **3107.** Ein anderes Exemplar, welches mir in zwei starken Bänden vorlag, *Kijâm el-leil Liber de officio noctu surgendi*, war noch bei Lebzeiten des Verfassers geschrieben und bei ihm gelesen, denn die Zeit der Abschrift und des Vorlesens fiel in den Rabî' I. 287. **9686. 10412.**

Von den 400 Büchern, welche Abul-Abbâs Aḥmed ben Omar Ibn Soreiǵ [nicht Schoreiḥ] el-Bagdadí † 306 geschrieben hat, ist kaum noch etwas zu finden; ich besitze sein Buch *Deposita* **14200** und eines über das *Compendium* des Mození, worin er einige an ihn gerichtete Fragen aus demselben beantwortet hat. [Nach **9040** ist der Titel *Discrimina de articulis juris Schafi'itiei derivatis.*] Sein Sohn Abu Ḥafç 'Omar Ibn Soreiǵ verfasste ein Compendium des Rechts mit dem Titel *Tadskira Liber memorialis edocti et docentis*, von welchem ich ein Exemplar besitze. **2831.**

Der gelehrte Imâm Abu Bekr Muhammed ben Ibrâhîm Ibn el-Mundsir el-Nîsâpûrí soll nach Abu Isḥak el-Schîrâzí im J. 309 oder 310 gestorben sein, was Ibn Challikân [No. 591] und Nawawí [Pag. 685] angenommen haben; dies kann nicht richtig sein, weil sein Schüler Muhammed ben el-Hosein ben 'Ammâr ihn noch im J. 316 in Mekka antraf. Dsahabí [Tab. el-Ḥoff. XI, 4] setzt seinen Tod in das J. 318. Von seinen zahlreichen Schriften konnte ich drei einsehen: *el-Iǵmâ' Consensus* [der Gelehrten], *el-Ischrâf Prospectus* [über die abweichenden Meinungen derselben. **256. 783**] und *el-Imtâ' Deliciae.* [H. Ch. 9767 hat die beiden ersten Titel als einem Buche angehörig betrachtet, entgegen der Angabe bei Ibn Challikân, Nawawí und Dsahabí.]

Abu Abdallah Aḥmed ben Soleimân el-Baçri gen. el-Zobeirí † 317 ist auch bekannt unter dem Namen „Verfasser des *Kâfî Sufficiens*", eines Compendiums über das Schâfi'itische Recht etwa in dem Umfange des *Tanbîh*; ich besitze davon ein Exemplar. Sein *Muskit Liber ad silentium redigens*, wie Räthsel, ein seltenes Buch, wurde von einem vornehmen Manne in einen Auszug gebracht; ich habe ein vollständiges und ein unvollständiges Exemplar davon. **11966.**

Abul-'Abbâs Aḥmed Ibn el-Caçç el- Ṭabarí † 335: seine Schriften besitze ich sämtlich, nämlich *el-Talchîç Succinta partium juris expositio.* **3543.** — *el-Miftâḥ Clavis de partibus juris Schâfi'itici.* **12594.** — *Adab el-câdhî, Institutio judicis.* **337.** — *Dalâïl el-Kibla Signa quae Kiblam probant*, grösstentheils geschichtlichen und erzählenden Inhalts über die Zustände der Erde und ihre Wunder. **5128.** — *Aḥrâm el-marât Quod licitum est mulieri.* — Über die obscöne Redensart: „sei gegrüsst o Abu 'Omeir, was macht el-Nofeir". — Zu dem *Talchîç* schrieb Abu Bekr Abdallah ben Ahmed el-Merwazí gen. el-Caffâl d. jüngere († 417) einen

Commentar, und ebenso zu den *Furû' Articulis juris* des Abu Bekr Muhammed Ibn el-Ḥaddâd († 345); beide seltene Bücher sind in meinem Besitz [H. Ch. **3543** und **9306** legt beide dem älteren el-Caffâl el-Schâschí Abu Bekr Muhammed ben Ali † 365 bei.] — Zu der Clavis des Ibn el-Caçç verfasste Abu Chalaf Muhammed ben Abd el-malik el-Solemí el Ṭabarí † 470 einen Commentar, welchen ich besitze; derselbe schrieb ein Buch betitelt المعين على مقتضى الدين [so ist H. Ch. **12453** zu ergänzen,] *Adjutor contra eum, qui debitum exegit*, von diesem habe ich den juristischen Theil, das Autograph des Verfassers befindet sich als Vermächtniss in dem Kloster el-Sidra zu Mekka.

Die Zusätze des Abu 'Alí el-Ḥasan ben Muhammed el-Zuǵâǵi zu *el-Miftâḥ Clavis* seines Lehrers Ibn el-Caçç mit dem Titel *el-Tahdsîb Correctio critica de partibus juris*, kurz *Zawâïd el-Miftâḥ Additamenta ad Clavem* genannt, **12594**, dieses seltene Buch besitze ich.

Abu 'Alí el-Ḥosein ben Scho'eib ben Muhammed el-Sinǵí el-Merwazí († 427 oder 430 oder etwas später) schrieb einen grossen Commentar zu dem *Talchîç* des Abul-Abbâs Ahmed Ibn el-Caçç **3543** und einen solchen zu den *Furû'* Lehrsätzen des Abu Bekr Muhammed Ibn el-Ḥaddâd († 345) **9036**, beide habe ich eingesehen, sie sind von äusserster Schönheit.

Über die *Furû'* Lehrsätze des Ibn el-Ḥaddâd schrieb el-Câdhî Hosein d. i. Abu 'Alí el-Hosein ben Muhammed el-Merwerrudsí † 462 einen Commentar und zu dem *Talchîç* des Ibn el-Caçç ein Stück eines Commentars, welches ich zusammen, in einem Bande von der Hand eines seiner Schüler geschrieben gesehen habe; am Rande ist von der Hand des Ibn el-Çalâḥ auf das ungewöhnliche dieses Verfahrens des Zusammenbindens aufmerksam gemacht. Ein anderes Buch von el-Câdhî Hosein mit dem Titel *Asrâr el-fikh Mysteria jurisprudentiae* in einem Bande, selten zu finden, habe ich gleichfalls erworben; seine *Responsa juridica* sind bekannt, H. Ch. **8804**. (el-Merwazí anstatt el-Merwerrûdsi bei Ibn Schuhba und H. Ch. Register Nr. **3600** ist falsch, sowie bei diesem weiter el-Herawí aus dem unrichtigen el-Merwazí verschrieben ist.]

el-Chaffâf „der Stiefelhändler" d. i. Abu Bekr Aḥmed ben 'Omar ben Jûsuf, Zeitgenosse des Ibn el-Ḥaddad, schrieb *el-Chiçâl Qualitates* ein seltenes Compendium, ich besitze es.

Abu Abdallah el-Chatan d. i. der Schwiegersohn [des Abu Bekr el-Ismâ'îlí] mit Namen Muhammed ben el-Ḥasan ben Ibrâhîm el-Istirâbâdí † 386 schrieb einen vortrefflichen Commentar zu dem *Talchîç* des Ibn el-Caçç, ein seltenes Buch, welches ich erworben habe.

Die Abhandlung des Abu Bekr Aḥmed ben 'Alí Ibn el-Lâl el-Hamadsâní † 398

mit dem Titel *Scharḥ mâ lâ jasa'u Explicatio officiorum religionis, quae is, cui illa necessario observanda sunt, ignorare nequit*, **11280**, ist mir vorgekommen.

Von Abul-Ḥosein Muhammed ben Abdallah el-Baçrí gen. Ibn el-Labbân † 402 besitze ich die meisten seiner Schriften über das Erbrecht.

Abul-Câsim Abd el-wâḥid ben el-Ḥosein el-Çeimarí starb nach dem J. 386, einige sagen er sei im J. 405 noch am Leben gewesen. Von seinen Büchern sind mir vorgekommen *el-Îdhâḥ Expositio de partibus juris specialibus* **1560** und *el-Kâfia Liber sufficiens de ratiocinatione* mit seinem eigenen Commentar *el-Irschâd Institutio* **10800**.

Abu Ḥâmid [Aḥmed ben Muhammed el-Isfarâïní † 406] schrieb *Ta'lîca Schediasma de partibus juris specialibus* **3120**, dies wurde von einem seiner älteren Schüler Abu 'Alí el-Ḥasan ben 'Obeidallah el-Bandanîgí † 425 mit Zusätzen vermehrt unter dem Titel *'Gâmi' Colligens* herausgegeben; von diesem umfänglichen Werke besitze ich ein Exemplar.

Abul-Ḥasan Muhammed ben Jaḥjá Ibn Surâca el-'Âmirí el-Baçrí † etwa 410; von seinen juristischen Schriften sind mir vorgekommen *fîl-schahâdât de testimoniis* [**331** *de institutione testium*]; *fîl-a'dâd de numeris*, worin auch manche andere seltene Dinge enthalten sind, **9864**; *mâ lâ jasa'u cet. Quod is, cui officia religionis difficilia observanda sunt, ignorare nequit*, **11280**, einen solchen Titel hat schon Ibn Lâl einem Buche gegeben.

Von Abu Bekr Aḥmed Ibn Buschrá el-Miçrí [ums J. 424] habe ich ein juristisches Compendium gesehen, worin er einige *Nuçûç Sanctiones* des Schâfi'í **13823** gesammelt hat und sich in der Frage über den Verkauf von Bäumen und Früchten für die Meinung des Verf. des *Tanbîh* erklärt, entgegen der Ansicht des Schâfi'í, und seiner Schüler, dass von Früchten an der Mauer die Wurzel verkauft werden könne.

Abu Mançûr Abd el-câhir ben Ṭâhir el-Tamîmí † 429 schrieb في الدوريات ein seltenes Buch, von welchem ich ein Exemplar besitze.

Von dem seltenen juristischen Werke des Abul-Fadhl Abdallah Ibn 'Abdân, Mufti von Hamadsân († 433 nicht 430) *Scharâïṭel-aḥkâm Conditiones statutorum practicorum* **7439** besitze ich ein Exemplar.

Abu Ḥâmid Muhammed ben Muḥammed ben Abd el-rahman el-Jemení [unter dem Buchstaben Ḥ] schrieb ein Buch über die [Schâfi'itische] Lehre in zwei Bänden unter dem Titel *el-Murschid Dux*. [Bei H. Ch. **11792** ist ein doppelter Flüchtigkeitsfehler, wenn es heisst: *Sebeki* (*l. Subki*), *Legavi*, *ait*, *ejus exemplar anno 468 scriptum.* Einmal ist das Citat nicht aus Subkí, bei dem der Name garnicht vorkommt, sondern aus Isnawí, und dann steht bei diesem nicht وقفت نسخة *legavi*

exemplum, sondern] وقفت منه على نسخة ich bin auf ein Exemplar davon gestossen, welches die Jahreszahl der Abschrift von 468 trug. [Ibn Schuhba hat anstatt el-Jemení den Namen el-Tamîmí und die Ergänzung: „der erste Theil wurde im J. 443 beendigt";] desshalb hat er den Verf. in die Classe von 441—460 gesetzt.

Abul-Farağ Muhammed ben Abd el-wâḥid ben Muhammed el-Dârimí † 448 oder 449 schrieb *el-Istidskâr Memoriale de jure Schafi'itico* **606**, zwei starke Bände mit vielen nützlichen Bemerkungen, es ist aber wegen seiner Kürze schwer etwas daraus zu entnehmen; ich habe darin von seiner Hand geschrieben gesehen, dass das meiste aus den Vorträgen des Ibn el-Marzubâní stammt. Ein anderes umfängliches Werk, welches viele Seltenheiten enthält, hat er betitelt *'Gâmi' et-ğawâmi' Corpus sententiarum ingeniosarum et thesaurus dictionis ornatae* **3893**, wovon er einen Theil ebenfalls eigenhändig geschrieben hat.

Das Büchelchen des Abu-Ḥâtim Maḥmûd ben el-Ḥasan el-Cazwîní († 440 oder wenigstens vor 460) *el-Ḥijal* **4658** über Advocaten-Kniffe besitze ich eigen.

Von dem äusserst seltenen Buche des Abul-Câsim Abd el-raḥman ben Muhammed el-Fûrâní † 461 *el-'Omad Fulcimenta* [nicht so umfänglich als seine *el-Ibâna Clara expositio*, Ibn Schuhba und H. Ch. 3] besitze ich ein Exemplar.

Dhijâ ed-dîn Abul-Ma'âlî Abd el-malik gen. Imâm el-Ḥaramein, weil er vier Jahre in Mekka und Medina verweilte, † 478; von seinen juristischen Büchern sind mir vorgekommen *el-Asâlib Viae* über die Unterscheidungslehren der Ḥanefiten und Schâfi'iten, ein vortreffliches Buch, **574**; ein Theil seines unvollendet gebliebenen Compendiums seines *Nihâja*, *Summus terminus* mit Zusätzen **14108**; *el-Gijâth* [dem Wezir Gijâth ed-dîn Nidhâm el-mulk gewidmet und nach ihm benannt, **8662**] ein nützliches Buch in der Weise der *Statuta Sultanica* [des Mâwerdí], in einer Abschrift seines Schülers [Abu Muhammed Abd el-ğabbâr] el-Chuwârí † 500, welcher davon 20 Abschriften besorgte; *Risâla Tractatus Nidhamicus* **6393**.

Abul-Farâğ Abd el-raḥman ben Ahmed el-Sarachsí † 494; sein Buch *Amâlî Dictata* ist eins von den Quellenwerken, aus denen el-Râfi'í geschöpft hat, worüber ich in meinen *Muhimmât* nach eigener Einsicht ausführlich gehandelt habe.

Abu Naçr Muhammed ben Hibatallah ben Thâbit el-Bandaníğí † 495 schrieb *el-Mu'tamad Liber probatae fidei de partibus juris Schafi'itici* **12360**, in zwei starken Heften; das Buch ist in Ḥiğâz und Jemen ganz bekannt, findet sich aber an anderen Orten selten, ich besitze ein Exemplar davon.

Abu Abdallah el-Ḥosein ben 'Alí ben el-Hosein el-Ṭabarí † 498 schrieb ein Buch *el-'Odda Apparatus*, welches selten zu finden ist; ich besitze davon ein Exemplar in fünf starken Heften, sie sind in Mekka zur Zeit des Verfassers geschrieben. Es giebt verschiedene Angaben über den Verfasser, der gleiche Titel und die Ähnlichkeit der Namen haben zu Verwechselungen Anlass gegeben.

Zu zwei Schriften des Abu Ḥâmid Muhammed el-Gazzâlí † 505 schrieb sein berühmtester Schüler Abu Sa'íd [oder Sa'd] Muhammed ben Jaḥjá el-Nîsâpûrí, welchen die Guzz oder Turkomân bei der Einnahme von Nîsâpûr im J. 548 tödteten, Erläuterungen: zu dem *Wasîṭ Liber medius de partibus juris* **14225**, den Commentar *el-Muḥîṭ Ambiens oceanus*, **11565**, und zu dem [*Mâchads Promtuarium* **11265**] *de quaestionibus controversis* den bekannten Anhang [*el-Intiçâf Dijudicatio justa.*] **1318**. Beide Bücher sind mir vorgekommen.

Von den Schriften des Abu Bekr Muhammed ben Aḥmed Fachr el-Islâm el-Schâschí des jüngeren † 507 sind mir vorgekommen *el-Ḥilja Ornamentum virorum doctorum de variis jurisconsultorum disciplinis* **4630**; *el-Mu'tamad Liber probatae fidei* **12361**; *el-Targîb Cupiditas injecta de partibus juris* **2940**; *el-'Omda Columna de partibus juris* **8339**; *el-Masala el-Soreiǵia Quaestio Soreiǵica* über Ehescheidung. **11857**.

Abul-Ḥasan Ahmed ben Muhammed ben Ahmed el-Dhabbí el-Maḥâmilí ein Rechtsgelehrter in Bagdad † 415 hatte einen Sohn Abul-Fadhl Muhammed † 477 und dieser weder einen Sohn Abu Ṭâhir Jaḥjá. Nun ist mir ein juristisches Compendium vorgekommen mit dem Titel *Liber jurisprudentiae*, dessen Verfasser sich nur Abu Ṭâhir nennt, möglich dass es dieser Abu Ṭâhir Jaḥjá el-Maḥâmilí ist, welcher in Mekka nach einem längeren Aufenthalte im J. 518 starb.

Abul-Futûḥ Abd el-raḥman ben Muhammed Ibn Abu 'Acâma el-Taglibí el-Raba'í el-Bagdadi el-Jemení, durch dessen Familie Banu Abu 'Acâma die Lehre des Schâfi'í in Tihâma verbreitet wurde und dessen Tod nach seinen Zeitgenossen in die Classe der zwischen 521 und 540 Verstorbenen fällt, schrieb *de Hermaphroditis* [*Statuta* **143**] ein kleines, aber unübertroffenes Buch, welches ich besitze.

Von den Schriften des Abul-Ma'âlî Muǵallî ben Ǵumei' ben Naǵâ el-Machzûmí † 550 sind mir die folgenden vorgekommen: *Adab el-câdhî Institutio judicis* ein seltenes Buch, **337**; *el-Ǵahr bil-Bismillahi de Pronunciatione formulae Bismillahi alta voce*, vergl. **4358**; *fi-'Gawâz iftidâ ba'dh el-muchâlifîn Num licitum sit redimere aliter credentem de jure pro alio*, dies schrieb er während der Rückkehr von Ḥiǵâz auf dem Wege über 'Aidsâb; *el-Dsachâïr Thesauri* [*de statutis juris Schafi'itici* **5772**], enthalten viele Regeln und seltene Fälle, nur ist die Anordnung nicht genügend und ermüdend für denjenigen, welcher darin etwas aufsuchen will, auch sind Irrthümer darin; ich habe davon einen mässigen Band eingesehen, welcher von einem der Angesehenen aus Haleb, die nach dem Tode des Verf. nach Ägypten kamen, geschrieben war und in welchen dieser jene Bemerkung hineingeschrieben hatte.

Abu Bekr Muhammed ben el-Ḥasan el-Mar'aschí schrieb ein Compendium des Rechts, welches viel Nützliches enthält und stellenweise von Ibn el-Rif'a († 710)

benutzt ist; der Verf. sagt in der Vorrede, dass er früher schon ein ausführlicheres Buch geschrieben habe, ich weiss aber über seine Lebenszeit weiter nichts, als dass der Abschreiber des Exemplares, welches ich besitze, bemerkt, er habe die Abschrift im J. 576 beendigt; es ist ein zuverlässiges Exemplar.

Von den Werken des Scharaf ed-din Abu Sa'd Abdallah ben Muhammed Ibn Abu 'Oçrûn † 585 besitze ich *el-Inticâr Apologia sectae Schafi'iticae* in drei starken Bänden, **1314**; *el-Murschid Dux de partibus juris* in zwei Heften; **11791**; *el-Teisîr Adjumentum de theologia controversa* ein Heft von geringerem Umfange als das *Tanbîh* des Abu Isḥâk el-Schîrâzí, mit der eigenhändigen Bescheinigung des Verfassers, dass es einer seiner Schüler bei ihm gelesen habe; *Fawâïd el-madshab Annotationes utiles sectae* zwei Bände; [ebenso hat Ibn Schuhba, dagegen ist nach Ibn Challikân Nr. 160, welchem H. Ch. **9302** folgt, der Verfasser sein Lehrer Abu 'Alí el-Ḥasan ben Ibrâhîm el-Fûrânî † 528 und der Schüler Ibn Abu 'Oçrûn hat es nur nachgeschrieben und mit Gutheissen des Lehrers mit einigen Zusätzen vermehrt herausgegeben.

Von Abu Muhammed el-Mu'âfâ ben Ismâ'îl el-Mauçilí gen. Ibn el-Chadûsch † 630 ist mir vorgekommen *el-Kitâb el-Kâmil Liber perfectus de jurisprudentia,* ein umfängliches Buch. [H. Ch. erwähnt es nicht; in seinem *Muhimmât* sagt el-Isnawí: „nahezu von dem Umfange des *Raudha Viridiarium* des Nawawí", el-Subkí setzt hinzu: „Ich habe das Original in der Bibliothek der hohen Schule el-Schâmia berrânia zu Damascus gesehen, in zahlreichen, ich glaube 10 Bänden"; und dort sah es wahrscheinlich auch el-Isnawí.]

---

3) *'Gawâhir el-bahrein Margaritae duorum marium de contradictione duorum doctorum* nämlich des Nawawí und des Râfi'í über juristische Fragen, im J. 735 beendigt. **4270.** Lugd. 1837. — 4) *Taçḥîḥ el-Tanbîh Correctio libri Tanbîh Excitatio de partibus juris* des Abu Isḥâk el-Schîrâzí. **3024. 3639** pag. 434. — 5) *Tankîḥ 'alá l-Taçḥîḥ Recognitio libri Taçḥîḥ* im J. 737 beendigt. **3024.** — 6) *Commentarius in Minhâ'g Viam regiam Beidhâwii* beendigt am Ende des J, 740. **13261.** — 7) *el-Hidâja Directio in erroribus libri el-Kifâja i. e. Institutio 'Gâ'garmí sufficiens de partibus juris* vom J. 743. **10796. 14345.** — 8) *el-Tamhîd Concinnatio de partibus juris specialibus per principia stabiliendis ex iisque derivandis* vom J. 768. **3600.** — 9) In gleicher Weise ist er in dem Buche *el-Kaukab el-durrî Stella fulgens de grammatica* verfahren, um die juristischen Fragen nach der Grammatik zu erläutern.

3600. 10973. — 10) *Tirâz Ornamentum conventuum ex quaestionibus juridicis aenigmaticis* vom J. 770. **7943.** — 11) *Kâfi el-muntâǵ Quod sufficit ei, cui opus est Commentarius in el-Minhâǵ Viam regiam Nawawii* in drei Bänden bis zu dem Capitel *el-masâcât*, vollendet von Badr ed-dîn Muhammed el-Zerkeschí † 794. **13242** pag. 206, ein schöner erschöpfender Commentar, der nützlichste unter denen zum *Minhâǵ*.

Dies sind seine bekannteren Schriften, ausser ihnen schrieb er: 12) *el-Lawâmi' wel-bawârik Splendores et fulmina de (quaestionibus juris) conjunctis et separatis*, so Ibn Schuhba; anstatt der beiden ersten Worte hat **H. 12238** *Maṭâli' el-dakâïk Ortus subtilitatum.* — 13) Kladde zu *el-Aschbâh wel-Nadhâïr Similia et sibi respondentia (in jure)* in fünf Papierlagen nach Capiteln geordnet, mit manchen Fehlern. **775.** — 14) *Aḥkâm el-Chanâthâ Statuta de Hermaphroditis.* **143.** — 15) Commentar zu der *'Arûdh* Metrik des Ibn el-Hâgib. **8126.** — 16) Commentar zu *el-Tanbîh*, nur ein Band. — 17) *Naçîha Admonitio cordatorum de defendendo Christianorum famulitio.* **13828.** Dies ist dieselbe Schrift, welcher Jemand den Titel gab *el-Intiçârât el-Islâmiat Apologiae Islamicae de refutatione Christianorum et Judaeorum* und welche Sujûṭí abgekürzt und erläutert unter dem Titel *'Gahd el-cariha Studium indolis naturaliter insitae* herausgab; H. **4358**, und Sujûṭí nennt sie auch unter den Schriften unseres Isnawí; dieser selbst dagegen sagt, sein 764 verstorbener Bruder 'Imâd ed-dîn Muhammed habe eine Schrift *de refutatione Christianorum* geschrieben, und ihm folgt Ibn Schuhba. — 18) *Nuzha el-nawâdhir Oblectamentum contemplantium* über Coranstellen, welche einen verschiedenen Sinn zulassen. **13757.** — 19) Commentar zu der Grammatik *el-Alfia* des Ibn Mâlik in 16 Heften.

Abul-Çidk Abu Bekr ben Aḥmed ben Muhammed ben 'Omar ben Muhammed ben Abd el-wahhâb ben Muhammed ben Dsoweib ben Scharaf Takî ed-dîn Ibn Câdhi Schuhba el-Asadí stammte aus einer Gelehrten-Familie in Damascus, aus welcher mehrere Câdhi und Grosswürdenträger hervorgegangen waren, deren Ahnherr Abd el-wahhâb

Câdhi von Schuhba, einem Orte in Ḥaurân, gewesen war, wovon in der Folge die einzelnen Mitglieder Ibn Câdhi Schuhba, Sohn oder Nachkommen des Câdhi von Schuhba, auch kurz Ibn Schuhba genannt wurden. Takî ed-dîn war im Rabî' I. 779 (Juli 1377) zu Damascus geboren und erhielt nach beendigten Studien die Stelle eines Câdhi. Er erzählt selbst folgendes: Burhân ed-dîn Ibrâhîm gen. Ibn Chatîb 'Adsrâ, „Sohn des Predigers von 'Adsrâ", einem Orte im Thale Gûṭa bei Damascus, war lange Zeit Câdhi von Haleb, kam im J. 806 in gleicher Eigenschaft nach Damascus und wurde dann Obercâdhi daselbst. Er hatte ein starkes Gedächtniss, wusste z. B. das grosse juristische Werk el-Rauḍha des Nawawí so genau auswendig, dass er angeben konnte, an welcher Stelle die einzelnen Lehrsätze standen; auch in allen anderen Fächern war er gut bewandert, nur fehlte es ihm an der richtigen Beurtheilung bei der Anwendung der Gesetze in der Praxis und er fällte deshalb Ärgerniss erregende Urtheile, sodass Takî ed-dîn im J. 823 sich gedrungen fühlte, davon höheren Orts Anzeige zu machen. Ibrâhîm wurde abgesetzt und erhielt eine Anstellung nicht wieder. Takî ed-dîn stieg dann zum Obercâdhi hinauf und starb im J. 850 oder 851 (1447).

Schriften. 1) *Ṭabacât Classes Schâfi'itarum*, Cod. Gothan. 1763, von welchem ich Abschrift genommen habe, ist von Pertsch und von mir in den Acad. d. Arab. S. VI genau beschrieben. H. **7900**.

Die kurze Vorrede wird das noch deutlicher machen.

Im Namen Gottes des barmherzigen, des erbarmenden! Herr sei gütig und hilf!

Es sagt unser Scheich der sehr gelehrte Imâm, der Einzige seiner Zeit, der Unvergleichliche seines Jahrhunderts, der Ober-Câdhi Takî ed-dîn Ibn Schuhba der Schafi'it.

(Doxologie.) Dies ist ein nettes Compendium, in welchem ich die Classen der Schâfi'iten erwähne; ich habe darin nur die Nachrichten über solche Personen aufgenommen, deren Name weit verbreitet und deren Ruf bekannt ist, deren Verhältnisse zu kennen den Schülern der Wissenschaft nöthig ist oder von denen el-Râfi'i († 623) und andere in ihren berühmten Schriften etwas überliefert haben. Dieses ist in Wahrheit die Absicht bei den Classen der Schâfi'iten und ich erwähne nur die berühmten und solche, von denen etwas überliefert ist und die sich durch ihre vorzüglichen wissenschaftlichen Kenntnisse ausgezeichnet oder an der hohen

Schule Nidhâmia (in Bagdad) oder anderen Anstalten gelehrt haben, weil die meisten dieser Lebensbeschreibungen für die Studirenden der Rechte von Wichtigkeit sind und sie durch andere in ihren Ansichten nur verwirrt gemacht werden. Ich habe darin einige Lebensbeschreibungen aufgenommen, welche den erwähnten Bedingungen nicht entsprechen aus dem besonderen Grunde, damit nicht Jemand, welcher nach einer Lebensbeschreibung sucht, sie nicht erwähnt findet, und im 8. und 9. Jahrhundert habe ich einige aufgenommen, bei denen die Bedingung nicht zutrifft, weil ihre Zeit noch zu nahe ist und man noch keine Nachrichten über sie hat, obgleich Lebensbeschreibungen von ihnen vorhanden sind. Ich habe das Werk in 29 Classen geordnet: die erste Classe über die unmittelbaren Schüler des Imâm el-Schâfi'i [alphabetisch 17 Personen], die zweite über seine Anhänger bis zum J. 300 [ebenfalls alphabetisch 13 Personen], und danach stelle ich die in je 20 Jahren Verstorbenen in eine Classe, auch wenn dadurch mancher von der Classe seiner Zeitgenossen getrennt wird, weil er ein hohes Alter erreichte, oder ein anderer in der Classe seiner Lehrer erwähnt wird, weil er früh verstorben ist, denn die Nothwendigkeit zwingt dazu, und es ist nicht zweifelhaft, dass das Ende einer Classe sich dem Anfange der folgenden nähert. Jede Classe habe ich nach dem Alphabet geordnet, damit das Auffinden darin erleichtert werde, und Gott bitte ich, dass er dadurch Nutzen stifte, siehe, er ist nahe und erhört. (Sure 11, 64).

Einen Auszug daraus enthält der Sammelband Cod. Goth. 1867, nämlich in dieser Folge: Classe 14. 3. 2. 6 und den Anfang von 25, indem einzelne unwichtige Sätze ausgelassen, dagegen kurze Randbemerkungen hinzugekommen sind, in Cl. 25 auch das Leben des Schihâb ed-dîn Aḥmed ben Eibek el-Dimjâṭí, welches der Schreiber des Cod. 1763 vermuthlich aus Versehen ausgelassen hat. Die Anzahl der in dem Werke aufgeführten Gelehrten beträgt 1341. — 2) Die gelehrten Schafi'iten aus den J. 648 bis 777 mit einer Übersicht der Chalifen und Sultane aus der Geschichte des Ibn Ḥabîb ausgezogen, zu Paris Cod. 859. — 3) *Classes Grammaticorum.* **H. 7929.** — 4) *Compendium historiae Traditionariorum.* **10860.** — 5) *el-I'lâm Notitia de historia Muslimorum*, Nachrichten über berühmte Männer, als Fortsetzung der Chronik des Dsahabí von 10 zu 10 Jahren. **951. 2098.** — 6) Ergänzung der Chronik des Ibn Ḥaggí († 816). **2083. 8036.** — 7) Auszug aus der Chronik von Damascus des Ibn 'Asâkir und el-Birzâlí. **2218. 5837.** — Alle diese Sammlungen scheint Ibn Schuhba zunächst für sich selbst

angelegt zu haben als Material für sein Classenbuch der Schafi'iten. — 8) *Panegyricus Imami Schafi'i.* **13014.** — 9) *Commentarius in Coranum.* **3171.** — 10) *Commentarius et adnotationes ad el-Tanbîh Schîrâzii.* **3639**, p. 436. — 11) *el-Nukat Adnotationes acutae ad el-Muhimmât* Isnawii. **13471.**

Die grösseren allgemeinen historischen und biographischen Werke, welche die drei genannten Verfasser zu ihren Classenbüchern benutzt haben, sind folgende:

1. Abu Abdallah Muhammed el-Hâkim el Nîsâpûrí † 405.
   Historia Nisapurae.
2. Abu Bekr Ahmed ben 'Alí el-Chatîb el-Bagdâdí † 463.
   Chronicon Bagdadi.
3. Jahjá ben Abd el-wahhâb Ibn Menda † 512.
   Historia Içpahanae.
4. Abd el-gâfir ben Ismâ'îl el-Fârisí † 529.
   Appendix ad historiam Nisapurae el-Hâkimi.
5. Abu Sa'd Abd el-karîm el-Sam'âní † 562.
   Appendix ad chronicon Bagdadi el-Chatîbi und *Genealogiae.*
6. Mahmûd ben Muhammed el-Chuarizmí † 568.
   Historia Chuarizmiae.
7. 'Alí ben el-Hasan Ibn 'Asâkir † 571.
   Chronicon Damasci.
8. Abu Tâhir Ahmed ben Muhammed el-Silâfí † 576.
   Lexicon Scheichorum Bagdadensium.
9. 'Omar ben 'Alí Ibn Samura el-Chamcârí el-Jemeni † 586.
   Classes Jurisconsultorum Jemanensium.
10. Muhammed ben Abul-Ma'âlî Sa'îd el-Dubeithí † 637.
    Continuatio Appendicis Sam'anensis ad hist. Bagdadi.
11. Muhammed ben Mahmûd Ibn el-Naggâr † 643.
    Continuatio historiae Bagdadi.
12. Abu Schâma Abd el-rahman ben Ismâ'îl † 655.
    Continuatio historiae Damasci (Ibn 'Asâkir.)

13. Ahmed ben Muhammed Ibn Challikân † 681.
Obitus virorum illustrium.

14. Muhammed ben Ahmed Schams ed-dîn el-Dsahabí † 748.
Chronicon Islamismi und drei der besonderen Auszüge daraus: *Documenta de historia defunctorum*, *Classes Traditionariorum* und *Classes Lectorum Corani.* — *Lexicon praeceptorum ipsius majus.*

15. Chalîl ben Eibek Çalâh ed-dîn el Çafedí † 764.
Viri aetatis principes.

16. Schihâb ed-dîn Ahmed ben 'Alí Ibn Hagar el-Ascalâní † 852.
Lexicon praeceptorum ipsius und *Necrologi* (*s. t. Margaritae absconditae.*)

Für die Bibliographie sind ausser den Angaben der Biographen noch der *Fihrist* des Ibn el-Nadîm und besonders Hagi Chalfa zu Rathe gezogen, auf den letzteren ist mit oder ohne **H.** durch grössere Zahlen verwiesen; die Zahlen in Parentesen ( ) beziehen sich auf die fortlaufenden Nummern der Abhandlung, die mit (†) geben wie üblich die Todesjahre an. Die Quellen sind oben im Allgemeinen angeführt, sie bestehen grösstentheils aus Handschriften, welche nur wenigen zugänglich sind um sie vergleichen zu können, desshalb habe ich nicht bei jedem Artikel wiederholt, woher er genommen ist, sonst hätte ich bei den meisten 5 bis 10 Citate machen müssen; erfunden habe ich nichts, sondern die verschiedenen Nachrichten zusammengestellt und geordnet, und ich darf wohl nach Cicero, Epist. ad Att. in veränderter Form und Beziehung sagen:

Mihi credas, legas, haec doceo.

I. Der Imâm el-Schâfi'í.

Über das Leben und die Schriften des Schâfi'í haben folgende Gelehrte, welche *Ḥaǵi Chalfa* **13014** grossentheils nennt, besondere Werke verfasst.

1. Abu Soleimân Dâwûd ben 'Alí el-Içpahâní † 270. s. Nr. (46).
2. Abu Abdallah Muhammed ben Ibrâhîm el-Puschenǵí † 291.
   Historia Schâfi'í. s. Nr. (56).
3. Abu Jaḥjâ Zakarîjâ ben Jaḥjâ el-Sâǵí † 307.
   Manâkib el-Schâfi'í Panegyricus Schâfi'í.
4. Abu Muhammed Abd el-rahman Ibn Abu Ḥâtim el-Râzí † 327.
   Panegyricus Imami Schâfi'í.
5. Abul-Ḥosein Muhammed ben Abdallah el-Râzí † 347.
   Achbâr el-Schâfi'í we aḥwâlihi Historia Schâfi'í. Nawawi p. 56.
6. Abu Bekr Muhammed ben el-Hosein el-Âǵurrí † 360.
   Panegyricus Schâfi'í.
7. Abul-Ḥasan (Ḥosein) Muhammed ben el-Ḥosein el-Âburí † 363.
   Panegyricus Schâfi'í.
8. Abul-Ḥasan 'Alí ben 'Omar el-Dârakuṭní † 385.
   Panegyricus Schâfi'í.
9. Abul-Câsim Ismâ'îl Ibn Abbâd el-Ṭâlacâní el-Çâḥib d. i. der Wezir des Muajjid ed-daula Ibn Bûweih † 387. *Ibn Challikân* Nr. 95.
   Panegyricus Schâfi'í. Nawawi p. 56.
10. Abu 'Alí el-Ḥasan ben el-Ḥosein ben Ḥamakân el-Hamdâní † 405.
    Panegyricus Schâfi'í, wird nicht für zuverlässig gehalten.
11. Abu Abdallah Muhammed ben Abdallah el-Ḥâkim el Nîsâpûrí gen. Ibn el-Bajji' † 405.
    Panegyricus Schâfi'í.
12. Abu Abdallah Muhammed ben Aḥmed Ibn Schâkir el-Caṭṭân el-Miçrí † 407.
    Fadhâïl el-Schâfi'í Merita Schâfi'í. H. **9125.**

13. Abu Muhammed Ismâ'îl ben Ibrâhîm el-Sarachsí el-Herawí el-Carrâb † 414.
Panegyricus Schâfi'í.

14. Abu Abdallah Muhammed ben Salâma el-Cudhâ'í † 454.
Panegyricus Imami Schâfi'í.

15. Abu Bekr Aḥmed ben el-Ḥosein el-Beihakí † 458.
Gâjat el-amâl Terminus spei. H. 8505 ohne Verfasser.

16. Abu Muhammed Abdallah ben Jûsuf el-Gurgâní † 489.
Panegyricus Schâfi'í.

17. Abul-Cheir Jaḥjá ben Sâlim ben As'ad el-'Imrâní † 558.
Panegyricus Schâfi'í.

18. Abu Abdallah Muhammed ben 'Omar Fachr ed-dîn el-Râzí † 606.
Panegyricus Schâfi'í.

19. Abu Abdallah Muhammed ben Maḥmûd Ibn el-Naggâr † 643.
Panegyricus Schâfi'í.

20. Abul-Fidâ Ismâ'îl ben 'Omar Ibn Kathîr † 774.
Vita Schâfi'í.

21. Abul-Fadhl Ahmed ben 'Alí Ibn Ḥagar el-'Ascalâní † 852.
Tawâlî el-tânîs Familiaritas continuata cum virtutibus Ibn Idrisí nobilibus contracta.

Die nachfolgende Biographie des Schâfi'í ist zusammengestellt aus den gedruckten Werken des Ibn Challikân, Nawawí, Macrîzí, Sujûṭí u. A. und aus Handschriften, wie die Geschichte der Propheten und Heiligen *Ischrâk el-nûr Ortus luminis*, Cod. Goth. 1744 und die Beschreibung der Gräber auf dem Berge Mucaṭṭam *Murschid el-zuwwâr Dux visitatorum ad sepulcra piorum*, Cod. Goth. 1091. — Ich hatte gehofft in dem im vorigen Jahre in Bulak gedruckten Werke des *Scha'rânî* einiges zu finden, da es als über das Leben und die Lehre der vier Imâme handelnd angekündigt wurde, es enthält aber über die Lebensverhältnisse derselben gar nichts. In dem Verzeichnisse der Rifâ'îja Sammlung in Leipzig von Fleischer, Zeitschr. d. D. Morg. Gesellsch. Bd. 8 S. 578 kommt unter Nr. 143 vor: Leben und Reisen des Schâfi'í, Auszug aus Abu No'aim's *Ḥiljat el-aulijâ*. Dieser Titel steht allerdings auf dem ersten Blatte, aber von späterer Hand und wird einmal Bl. 10 wiederholt, und im Anfange Z. 5 deutet das ومنهم „und zu ihnen ge-

hört" darauf hin, dass dieses einzelne Stück aus einer grösseren Sammlung genommen ist; von Reisen ist nicht die Rede, das Ganze besteht aus Traditionen von und über Schâfi'í, welche von seinen Schülern herrühren sollen. *Haği Ch.* 2624 und 11419 beschreibt das Buch des Abu No'aim Ahmed el-Içpahâní † 430, einen Auszug daraus und eine neue Bearbeitung desselben, nichts davon passt recht zu unsrer Handschrift. Wenn aber bei den Disputationen, welche Schâfi'í mit den Hanefiten Muhammed ben Hasan und Bischr el-Marîsi in Gegenwart des Chalifen Hârûn el-raschîd gehalten haben soll, gesagt wird, dass Schâfi'í dazu aus Miçr in Ketten herbeigeholt sei, so verräth der Verfasser dadurch seine Unwissenheit oder absichtliche Fälschung, weil Muhammed ben Hasan schon im J. 189 und der Chalif Hârûn im J. 193 starb, während Schâfi'í erst im J. 199 nach Miçr kam. Disputationen haben in Wirklichkeit viel früher stattgefunden, können aber nicht so gehaltlos gewesen sein, als die hier mitgetheilten, an deren Schlusse der Chalif jedesmal dem Schâfi'í beistimmt, er lässt ihn nicht nur frei, sondern macht ihm noch grosse Geschenke. Das Ganze wird dem älteren Abu No'aim el-Fadhl ben Dokein († 218) in den Mund gelegt; einige von den Traditionen finden sich auch bei glaubhaften Schriftstellern, die übrigen werden erfunden sein.

Abu Abdallah Muhammed ben Idrîs ben el-'Abbâs ben 'Othmân ben Schâfi' ben el-Sâib ben 'Obeid ben Abd Jazîd ben Hâschim ben el-Muttalib ben Abd Manâf ben Coçei el-Coreischí el-Muttalibí el-Schâfi'í el-Higâzí el-Mekkí war mit der Familie des Propheten Muhammed entfernt verwandt, indem die Vorfahren in Abd Manâf zusammen treffen. Der genannte el-Saïb war in dem Treffen bei Badr Fahnenträger der Hâschimiten, wurde gefangen genommen, kaufte sich aber selbst los und trat dann zum Islâm über; sein Sohn Schâfi', nach welchem die Familie benannt wurde, sah etwa in seinem zehnten Jahre den Propheten. Väterlicherseits gehörte Schâfi'í zum Stamme Coreisch, seine Mutter war aus dem Stamme Azd und über die Vorzüge grade

dieser beiden Stämme giebt es mehrere nach glaubwürdigen Traditionen von Bochârí und Muslim angeführte Aussprüche Muhammeds, z. B. „Die Imâme kommen aus den Coreischiten. Die Menschen folgen den Coreischiten (unbedingt) im Guten und Bösen. Wahrlich Gott hat den Kinâna, den Sohn des Ismâ'íl auserwählt und den Coreisch aus den Kinaniten, und aus den Coreischiten die Hâschimiten und mich aus den Hâschimiten." Ferner: „Die Azditen sind die Löwen Gottes auf Erden, die Menschen wollen sie vernichten, aber Gott will sie erhöhen; wahrlich es wird die Zeit kommen, wo man sagen wird: oh! wäre ich ein Azdit! oh! wäre meine Mutter eine Azditin."

Die Geburt des Schâfi'í fällt in das Jahr 150 (767) und man sagt auf denselben Tag, an welchem Abu Ḥanífa starb, im Ra'gab oder Scha'bân. Unter den wunderbaren Erscheinungen, welche nach dem Glauben der Orientalen der Geburt eines berühmten Mannes vorherzugehen pflegen, wird auch ein Traum erzählt, welchen die Mutter des Schâfi'í gehabt haben soll. Sie träumte, es sei ein glänzender Stern aus ihrem Schoosse aufgestiegen, der sich über Ägypten erhoben und dann in einzelnen Theilen über alle Länder verbreitet habe. Dies wurde von den Traumdeutern so ausgelegt, dass sie einen Sohn bekommen und dieser sich durch seine Kenntnisse auszeichnen werde, welche, nachdem er sie den Ägyptern mitgetheilt habe, sich über alle Länder verbreiten würden. Als Geburtsort wird von den meisten Gaza angegeben, wo sein Vater und andere Coreischiten sich aufhielten; nach anderen war er in 'Ascalon oder Miná oder Jemen geboren; noch andere sagen, er sei in Gaza geboren und gleich darauf nach 'Ascalon gekommen. Als er zwei Jahre alt war, brachte ihn seine Mutter nach Mekka und bezog eine Wohnung bei seinen Verwandten Kinâna ausserhalb der Stadt an der von dem Berge Miná herabkommenden und nach ihnen benannten Wasserrinne Cheif beni Kinâna. Hier wuchs er unter den Augen der Mutter in Armuth und Dürftigkeit auf; sie liess ihm von den besten Lehrern Unterricht ertheilen, da sie aber kein Papier bezahlen konnte, musste Schâfi'í das, was er in der Schule hörte, auf grosse Knochen, Schulterblätter von Kamelen und dergleichen Material schreiben, was er in der

Nähe ihrer Wohnung zusammensuchte, und er sammelte davon grosse Wasserkrüge voll. Als Knabe fühlte er sich am meisten von den älteren Gedichten der Araber und von den Erzählungen ihrer Schlachten angezogen. Er ging oft hinaus zu den Beduinen, um von ihnen das reine Arabische zu lernen; die Lieder der Hodseiliten hatte er ganz auswendig gelernt und der viel ältere berühmte Sprachgelehrte Abd el-malik el-Açma'í (geb. 122 gest. 216) verschmähte es nicht, sie von ihm dem Knaben zu hören und verbessern zu lassen, sowie derselbe auch den Diwan des Schanfará bei ihm las. Eines Tages trieb Schâfi'í sein Lastthier vor sich her und recitirte dabei Gedichte; ein Secretär des Abdallah el-Zobeirí folgte ihm unbemerkt eine Zeit lang und hörte ihm zu, dann klopfte er ihm mit seiner Peitsche auf die Schulter und sprach: eine solche Arbeit passt nicht für dich, du musst studiren. Sch. verliess nun seine frühere Beschäftigung und wandte sich zum Studium der Theologie; er lernte in seinem neunten Jahre den Corân auswendig und besuchte die Vorträge des Muslim el-Zingí und Sufjân ben 'Ojeina[1]), im zehnten Jahre prägte er sich das grosse Traditionswerk ***el-Muwaṭṭa*** ***Apte dispositus liber*** des Mâlik ben Anas ein, und als er dreizehn[2]) Jahr alt war, fing er auf den Antrieb seines Lehrers Muslim an, selbst wieder anderen Unterricht zu geben und in der Moschee aus dem Corân vorzulesen, indess reiste er bald darauf nach Medina, um durch die Belehrungen des Mâlik seine Kenntnisse noch zu erweitern. Diese Reise muss durch merkwürdige Ereignisse ausgezeichnet gewesen sein, denn

---

1) Abu Châlid Muslim ben Châlid el-Coreischi el-Machzûmí el-Zingí d. i. der Äthiope, wegen seiner bräunlichen Farbe so genannt, war Mufti von Mekka und Lehrer der Theologie und Jurisprudenz. Einige schätzen ihn sehr hoch, von anderen wird seine Glaubwürdigkeit in Traditionssachen in Zweifel gezogen. Er starb im J. 180. *Tab. el-Ḥuff* VI. 10. — Abu Muhammed Sufjân ben 'Ojeina geb. in Kufa im J. 107 ist ein Hauptglied in der Kette der Überlieferer der Traditionen, welche er in Mekka lehrte, wo er im J. 198 starb. *Tab. el-Ḥuff.* VI. 19. *Ibn Chall.* Nr. 266.

2) *Nawawí* p. 59, nicht funfzehn nach anderen, weil sein Lehrer Abd el-'azîz schon im J. 164 starb.

sie hat den Stoff zu einem besonderen Werke gegeben, welches noch von späteren ein berühmtes und bekanntes Buch genannt wird.

Er kam zu Mâlik und bat ihn, ihm sein Werk *Muwaṭṭa* vortragen zu dürfen; Mâlik hielt ihn noch für zu jung und sagte, er möge sich jemand suchen, dem er es vorlesen könne, indess Schâfi'í beharrte auf seiner Bitte, Mâlik willigte ein und wunderte sich nicht wenig, als er ihm sein Werk aus dem Gedächtniss in fliessender Rede vortrug. Mâlik hatte an ihm sein Wohlgefallen, behielt ihn bei sich und erwies ihm grosse Ehre, machte ihm auch mehrmals das Anerbieten, ob er sich seine Schriften abschreiben wolle, was Sch. ablehnte. Noch waren Abd el-'azîz ben Abdallah ben Abu Salama el-Mâġischûn † 164 und Dâwûd ben Abd el-rahman el-'Aṭṭâr d. i. der Gewürzhändler seine Lehrer in Medina, von seinem Lehrer Ajjûb ben Suweid el-Ramlí, welcher elf Jahre vor ihm im J. 193 starb, ist die Äusserung bekannt: Ich glaube nicht, dass ich so lange leben werde, bis ich einen ähnlichen wie Sch. sehe. Er blieb in Medina mehrere Jahre bis er selbst oder ein Oheim, den er begleitete, eine Anstellung als Câdhi in Jemen (Çan'â) bekam, wo er seine Lehren nach der Sunna einführte und durch seine umfassendeu Kenntnisse und seinen frommen Wandel einen grossen Ruf erhielt. Einige Jahre nachher, nachdem der Chalif Hârûn el-Raschîd zur Regierung gekommen war, reiste er nach Bagdad, wo damals noch die Lehren des Abu Ḥanîfa allgemein verbreitet waren. Er hörte hier noch die Traditionen bei Ismâ'îl ben Ibrahim Ibn 'Oleija dem älteren † 193 und bei Abd el-wahhâb ben Abd el-maġîd el-Thakefí † 194. Die Gelehrten kamen ihm mit Hochachtung entgegen, besuchten seine Vorlesungen und selbst Muhammed ben el-Ḥasan el-Scheibâní, damals der angesehenste unter den Ḥanefiten, welcher bei dem Chalifen sehr hoch angeschrieben war, stand anfangs mit Sch. auf freundschaftlichem Fusse, ebenso wie Sch. die Kenntnisse jenes schätzte, bei ihm die Traditionen hörte und sich seine Schriften zum Abschreiben erbat und sie erhielt. Indess bald traten die Gegensätze mehr hervor, sie geriethen in Streit und der Chalif liess beide auffordern in seiner Residenz el-Racca, einer Stadt am Euphrat in der Nähe von Kufa, wohin sich Hârûn gleich

nach dem Sturze der Barmekiden im J. 187 wegen der Unruhen in Bagdad für einige Jahre zurückgezogen hatte, zu erscheinen, um in seiner Gegenwart über gewisse Fragen zu disputiren. Dies wiederholte sich einige Male, der Chalif war aber geneigt Schâfi'í beizustimmen, nur wollte er dessen Gegner nicht fallen lassen. Sch. hielt die Zeit noch nicht für gekommen, um fester aufzutreten, und verliess Bagdad wieder, nachdem er eine ziemlich grosse Menge für seine Ansichten gewonnen hatte, wie Abu Thaur, el-Ḥasan el-Zafarâní, el-Ḥosein el-Karâbísí u. A.

Schâfi'í hielt sich dann wieder in Medina auf und kam erst im J. 195 nach Bagdad zurück, wo er nun als Lehrer der Traditionen, Theologie und Jurisprudenz auftrat und die Gelehrten aus allen Fächern sich um ihn sammelten, von denen die meisten ihre früheren Ansichten und Meinungen aufgaben und zu Schâfi'í übertraten; unter diesen befand sich bei diesem zweiten Besuche[1]) auch Aḥmed Ibn Ḥanbal; es wird auch eine Äusserung angeführt, welche Ibn Ḥanbal schon bei dem er-

---

1) Diese Angabe bei *Nawawi* ist für die ganze Zeitrechnung wichtig. Für die vorangegangenen Ereignisse findet sich bei den Biographen keine bestimmte Jahreszahl, sie werden alle bei dieser Reise im J. 195 erzählt, während der Chalif Hârûn im J. 193 und der Ḥanefit Muhammed ben el-Ḥasan schon im J. 189 gestorben ist. Auf diesen Anachronismus wird schon in einer Randbemerkung des Gothaer Codex des *Ibn Challikan* Nr. 1726 aufmerksam gemacht und die Vermuthung ausgesprochen, dass Sch. zum ersten Male im J. 185 nach Bagdad gekommen sei. Man könnte annehmen, dass *Abul-fidâ* II. 132 diesen Fehler in seinen Quellen bemerkt und 195 für einen im Arabischen öfter vorkommenden Punctationsfehler anstatt 175 gehalten habe, und diese Jahreszahl hat für die erste Reise grosse Wahrscheinlichkeit, da Sch. damals 25 Jahre alt war. Wenn aber *Abul-fidâ* dann auch die folgende Jahreszahl 198 in 178 ändert, so streitet dies wieder gegen die anderen bestimmten Angaben von einem zweijährigen Aufenthalte, da von 195 an die Erzählung regelmässig fortschreitet. Mir ist es indess wahrscheinlicher, dass *Abul-fidâ* anstatt 175 und 178 ebenfalls 195 und 198 geschrieben hatte und die Veränderung erst in die gedruckte Ausgabe gekommen ist. Durch das bekannte Todesjahr 189 des Muhammed ben el-Ḥasan und durch die Erwähnung von Racca, dessen Erklärung *Reiske* ganz verfehlt hat, wird jeder Zweifel gehoben.

sten Besuche gethan haben soll: Als Sch. aus Çan'â zu uns kam, wandelten wir auf lauterem Wege. — Es sind eine Menge von Aussprüchen des Ibn Ḥanbal überliefert, von denen hier einige Platz finden mögen: Wir folgten den Lehren der Schüler des Abu Ḥanîfa, bis wir den Schâfi'î sahen, er hat den Menschen das Buch Gottes und das Gesetz seines Gesandten erklärt. — Gott hat uns durch seine Gnade den Sch. gegeben; wir lernten die Weise der Menschen und schrieben ihre Bücher ab; als wir seine Rede hörten, erkannten wir, dass er weiser sei als alle übrige, und hingen ihm an Tag und Nacht und haben nur lauter Gutes von ihm gesehen. — Die Religionswissenschaft war den Gelehrten verschlossen, bis sie ihnen Gott durch Sch. geöffnet hat. — Niemand nimmt das Tintenfass oder die Schreibfeder zur Hand, ohne durch eine Kopfverbeugung dem Sch. zu danken. — Einst ging Ibn Ḥanbal an der Seite des Schâfi'i, welcher auf einem Esel ritt und unterhielt sich mit ihm; sein Sohn Çâliḥ hatte dies bemerkt und es kam auch dem Jaḥjá ben Ma'în (22) zu Ohren, der es anstössig fand und desshalb zu Ibn Ḥanbal schickte und ihn fragen liess, ob es wahr sei. Er liess ihm wieder sagen, wenn er auf der anderen Seite des Esels gegangen wäre, würde es ihm zur Ehre gereicht haben. — Ein andermal fragte ihn sein Sohn Abdallah: o Vater, was für ein Mann war Schâfi'î? ich höre so oft, dass du für ihn betest. Er erwiderte: Sch. war das, was die Sonne dem Tage und die Gesundheit den Menschen ist, nun siehe, ob diesen beiden etwas gleich oder ähnlich ist. Ebenso äusserte sich später einmal der Chalif Mutawakkil: Sch. ist unter den Gelehrten, was die Sonne unter den Sternen ist; und der Traditions- und Sprachgelehrte Ibrâhîm ben Muhammed gen. Niftaweih († 323) hat dies in Versen ausgedrückt:

Schâfi'î ist unter den Gelehrten,
was der Mond unter den Gestirnen des Himmels.
Frage den, welcher ihn mit einem Unähnlichen vergleicht,
ob er das Licht mit der Finsterniss vergleiche? [1])

1) Diese beiden ersten Verse bilden den Anfang eines grösseren Gedichtes; der erste wird von *Ibn Challikân* 607 als in den Dictaten des Muhammed ben As'ad gen. Ḥafada (Enkel) el-Ṭûsí († 573) vorkommend angeführt; die beiden anderen Verse gehören wegen des verschiedenen Reimes zu einem anderen Gedichte.

Er war, bei Gott! eine Fundgrube der Wissenschaft,
der Fürst der Menschen, der grösste der Rechtsgelehrten.
Er ahmte dem Propheten nach in der Schönheit der Rede
und ist für die Unwissenden ein Antrieb geworden.

Ibrâhîm el-Ḥarbí † 285 erzählt: „Als Schâfi'í nach Bagdad kam, gab es dort in der grossen Moschee zwanzig Kreise von Menschen, welche ebensoviel rationalistischen Lehrern (Ḥanefiten) zuhörten; als aber Sch. auftrat, blieben von ihnen nur drei oder vier". Er erhielt hier den Ehrennamen *Nâçir el-ḥadîth Defensor traditionum* und hatte häufig Disputationen mit den Ḥanefiten. Nach einem Aufenthalte von zwei Jahren reiste er wieder nach Mekka, kam aber im folgenden Jahre 198 wieder nach Bagdad, vielleicht in Folge einer Aufforderung des Chalifen el-Mâmûn, um mit dem Ḥanefiten Bischr ben Gijâth el-Marîsí zu disputiren, welcher den Streit über die Lehre von der Erschaffung des Corâns wieder angefacht hatte. Einen Monat später im Schawwâl 198 ernannte el-Mâmûn den 'Abbâs ben Mûsá zum Statthalter von Ägypten, um zunächst als Vorbeter in der Moschee und Verwalter der Staatseinkünfte die Hoheitsrechte auszuüben, dieser schickte seinen Sohn Abdallah als seinen Stellvertreter vorauf mit einem Beamten Namens el-Ḥasan ben 'Obeid, ihnen schloss sich Muhammed ben Idrîs el-Schâfi'í an und sie erreichten Miçr am 28. Schawwâl 198[1]). — Sch. erhielt bei seiner Ankunft durch den ersten Mâlikitischen Gelehrten Abdallah ben el-Ḥakam als Geschenk 1000 Dinare aus seinem eigenen Vermögen, ebensoviel von dem Kaufmann Ibn 'Osâma und die gleiche Summe von zwei anderen Männern. Da Sch. ein Schüler des Mâlik gewesen war, so kamen ihm die Gelehrten nicht nur, sondern auch die Einwohner, welche grösstentheils aus Malikiten bestanden, mit Vertrauen und Hochachtung entgegen und er fand in Miçr für seine Lehre einen viel günstigeren Boden als in Bagdad, wo die Ḥanefiten von den Chalifen unterstützt

1) Diese Angabe bei *Abul-Maḥâsin* I. 569 ist so bestimmt und den politischen Ereignissen so entsprechend, dass man ihre Richtigkeit nicht bezweifeln kann, wenn schon die Biographen die Ankunft des Schâfi'í in Miçr in das Ende des J. 199 oder in den Anfang von 200 setzen.

wurden. Er hatte bald keinen Gegner mehr, da er im Disputiren allen überlegen war und durch seine vielseitigen Kenntnisse alle übertraf, jedoch pflegte er in seiner Bescheidenheit zu sagen: Ich streite mit niemand blos um ihn zu widerlegen und als Sieger dazustehen, sondern ich wünsche, dass Gott durch den anderen die Wahrheit ans Licht bringe; auch möchte ich lieber, wenn jemand meine Lehren annehmen sollte, dass es aus eigener Überzeugung geschehe, als dass er sich auf mich beruft. Die Angriffe des jüngeren Ibn 'Oleija († 218) wegen der Erschaffung des Corâns hatte Sch. in einer besonderen Schrift widerlegt.

Über seine sonstigen Grundsätze und Lebensregeln ist eine Menge von Denk- und Sittensprüchen überliefert, aus denen wir die folgenden entlehnen. Den Wissenschaften obliegen ist besser, als ein Gebet ausser den vorgeschriebenen verrichten. — Drei sehr schwere Dinge sind Almosen geben aus dürftigen Mitteln, Gott verehren in der Einsamkeit und die Wahrheit sagen in Gegenwart eines Hoffenden und Fürchtenden. — Studiere bevor du regierst, denn wenn du regierst, kannst du nicht mehr studieren. — Wer die Welt sucht, bedarf der Wissenschaft und wer das ewige Leben sucht, bedarf der Wissenschaft. — Wer die Wissenschaft nicht liebt, in dem ist nichts Gutes, und es sei zwischen dir und ihm weder Freundschaft noch Bekanntschaft. — Die Zierde der Wissenschaft ist Gottesfurcht und Leutseligkeit. — Kein Laster ist für die Gelehrten schändlicher als das Streben nach dem, dessen sich zu enthalten ihnen Gott befohlen hat, und das Enthalten von dem, was er ihnen zu erstreben befohlen hat. — Streit in der Wissenschaft verhärtet das Herz und setzt den Hass zum Erben ein. — Wen Frömmigkeit nicht adelt, in dem ist kein Adel. — Sprich nicht von Dingen, die dich nichts angehen, denn das Wort, das du gesagt hast, beherrscht dich und nicht beherrschest du es. — Wenn du alle Mühe anwendetest, um alle Menschen zu befriedigen, würdest du es nicht vermögen, vertraue aber dein Werk und dein Vorhaben Gott an. — Die Leitung der Menschen ist schwerer als die Leitung der Thiere. — Weise ist der, den seine Weisheit von allem Tadelnswerthen abhält. — Unter die Zeichen eines Freundes gehört, dass des Freundes Freund dein Freund ist. — Die Mannes-

kraft hat vier Stützen: gute Sitte, Freigebigkeit, Bescheidenheit und Gottesdienst. — Wer ins Geheim seinen Bruder erinnert, der räth ihm wohl und bringt ihn zu Ehren, wer ihn aber öffentlich erinnert, der bringt ihn in Schande. — Der Mächtigste ist, wer seine Macht nicht sieht, und der Vorzüglichste, wer seine Vorzüge nicht sieht. — Wenn die Bedürfnisse sich mehren, so fange mit dem wichtigsten derselben an. — Gott hat dich frei erschaffen, so sei nun frei, wie er dich erschaffen hat. — Wer zum Cádhi ernannt wird und nicht arm bleibt, der ist ein Räuber. — Wer zum Zorn gereizt und nicht zornig wird, der ist ein Esel und wer um Gnade gebeten und nicht gnädig wird, der ist ein Teufel.

Schâfi'í hatte eine schlanke Statur, ein schönes, wiewohl mageres Gesicht, hervorstehende Backenknochen, einen langen Hals und einen dünnen Bart, den er gewöhnlich braunroth, zuweilen mit Ḥinnâ hellbraun färbte; er war anständig gekleidet und auf dem Siegelringe, welchen er an der linken Hand trug, standen die Worte كفى بالله ثقة لمحمد بن ادريس auf Gott allein vertraut Muhammed ben Idrís. Seine häufige Kränklichkeit, die er sich durch vieles Nachtwachen und zu anhaltendes Studieren zugezogen hatte, scheint die Veranlassung gewesen zu sein, dass er sich auch mit Medicin beschäftigte, worin er sich gute Kenntnisse erwarb, aber er beklagte sich in einer Caçíde, dass in einem Alter, wo sonst die Blüthe des Lebens beginnt, seine Kräfte schon erschöpft seien, **H. 9468**, während er eine grosse Ḳörperkraft besessen hatte, daneben ein sehr scharfes Gehör und eine besondere Fertigkeit im Reiten und Bogenschiessen, sodass er unter zehn Schüssen keinmal fehlte. Die Gabe der Beredsamkeit war ihm in hohem Grade eigen und ihr Werth wurde noch durch die Deutlichkeit in seinen überzeugenden Vorträgen, sowie durch eine klangvolle Stimme erhöht. — Baḥr ben Naçr (Nr. 33) erzählt: Wenn wir weinen wollten, begaben wir uns zu Schâfi'í und wenn wir zu ihm kamen, fing er an, den Corân zu erklären, bis die Zuhörer einer nach dem anderen niederfielen und das Schluchzen mit Weinen grösser wurde wegen seiner schönen Stimme; sobald er dies sah, hörte er mit der Erklärung auf. — Wenn er zu

Haus kam, zog er seinen Mantel aus, es wurde ein kurzes Licht für ihn hingestellt, er stützte sich auf einen Polster und hatte zwei Mudhâr Teppiche unter sich, dann ergriff er die Feder und schrieb ohne Unterbrechung. — Über seinen vortrefflichen Charakter, wie über seine ausgezeichnete Gelehrsamkeit herrscht unter seinen Zeitgenossen nur eine Stimme. Ganz vorzüglich wird seine Freigebigkeit gerühmt und viele einzelne Züge derselben sind von seinen Schülern wieder erzählt. Als er von Çan'â nach Mekka reiste, schlug er in der Nähe der letzteren Stadt sein Zelt auf; hier kamen die Leute zu ihm und er brach nicht eher wieder auf, bis er die zehntausend Dinare, welche er bei sich trug, vertheilt hatte. — Einst hatte ihm Hârûn el-Raschîd 10000 Dinare zum Geschenk gemacht; Schâfi'í ging zu einem Friseur und liess sich von ihm frisieren, wofür er ihm 50 Dinare gab. Das übrige Geld steckte er in einen Beutel und vertheilte es an die vorübergehenden Coreischiten, sodass, als er an seine Wohnung kam, er nichts mehr übrig hatte. — Bei einem Spazierritt auf seinem Esel liess Sch. am Schmiedemarkt seine Peitsche fallen, schnell sprang ein Mann herbei, hob sie auf und reichte sie ihm wieder. Dafür befahl Sch. seinem Sklaven, jenem alles Geld zu geben, was er bei sich hatte, es waren sieben oder neun Dinare. — Bei seiner Abreise von Bagdad hatte ihm Zobeida die Gemahlin des Hârûn und Mutter des Chalifen el-Amîn einige Bündel Kleider und Seidenstickereien zugeschickt; als er nach Miçr kam, vertheilte er alles unter die Leute. — Einmal zerriss ihm auf einem Gange der Riemen an seinem Schuh, und ein Mann besserte ihn auf der Stelle wieder aus, da fragte er seinen Schüler und Diener el-Rabî': hast du etwas Geld bei dir? — Jawohl! — Wie viel? — Sieben Dinare. — Gieb sie ihm hin. — Schâfi'í hatte sich eine Skavin gekauft, welche eine geschickte Köchin war und süsse Speisen zubereiten konnte; er fragte nun oft seine Freunde, was sie gern essen möchten, und sie bestellten sich, wozu sie Appetit hatten. — Wenn ihn jemand um etwas ansprach, so wurde er roth im Gesichte aus Verlegenheit vor dem Bettler, und er beeilte sich, ihm etwas zu geben. —

Sch. war kein Freund der Musik und tadelte diejenigen, welche sie trieben oder liebten. H. Ch. 7248.

Am Todestage des Schâfi'í kam el-Mození in aller Frühe zu ihm und fragte ihn: wie befindest du dich, Meister? Er antwortete: ich bin im Begriff von der Welt zu scheiden, meine Brüder zu verlassen, den Becher des Todes zu trinken, vor den Höchsten zu treten und den Lohn meiner Thaten zu empfangen. Dann sprach er weinend mit gen Himmel gerichteten Augen folgendes Gebet in Versen:

Zu dir, Gott des Weltalls, erhebe ich mein Flehen,
denn ich, o Herr der Güte und Gnade, bin unglücklich.
Als mein Herz verhärtet war und meine Wege enge wurden,
habe ich meine Hoffnung auf dein Erbarmen vertrauensvoll gesetzt.
Schwer drückt mich meine Schuld, doch wenn ich sie zusammenstelle
mit deinem Erbarmen, Herr! so ist dein Erbarmen noch grösser.
Ich habe nicht aufgehört, o Erbarmer! zu sündigen, doch auch du hast nicht aufgehört
gütig und erbarmend zu sein durch Gnade und Wohlthun.
Wenn du nicht wärest, wie oft würde durch Iblîs der Fromme verführt werden,
zumal da er schon deinen Liebling Adam verführt hat.
Wenn du mir nun verzeihst, verzeihst du einem Ungehorsamen,
einem Ungerechten, Unbilligen, der nicht aufhört zu sündigen;
Und wenn du dich rächest an mir, so bist du nicht ungerecht,
auch wenn meine Seele durch meine Sünde in die Hölle kommt.
Denn meine Schuld ist gross von früher und vom neuen,
doch dein Erbarmen, o Gnädiger, ist höher und grösser.

Über den Tod und das Grab des Schâfi'í berichtet Macrîzí, wo er über die merkwürdigsten Begräbnissplätze Ägyptens handelt, im Zusammenhange Folgendes: Zu den berühmtesten heiligen Wallfahrtsorten des Berges Carâfa gehört das Grab des Imâm Abu Abdallah Muhammed ben Idrîs el-Schâfi'í; er starb Freitags den letzten Ragab 204 (20. Jan. 820) zu Fusṭâṭ, wurde auf den Schultern hinausgetragen und in der Gruft der Zuhriten, der Nachkommen des Abdallah ben Abd el-raḥman ben 'Auf el-Zuhrí, welche auch das Grab der Kinder des Ibn Abd el-ḥakam genannt wird, beigesetzt. el-Cudhâ'í sagt: Schon haben

die Menschen die Wunderkräfte dieses gesegneten Grabhügels erfahren und Mození hat den Segen darüber gesprochen. Ein anderer sprach:

Gott sei gedankt für die Menge hoher Eigenschaften, die er vereinigt hat
in Schâfi'í, dem Vertrauten der Wissenschaft und Kenntnisse.
O Perle! verborgene Perle aus Mudhar
und aus Coreisch und den übrigen Fürsten!
Als du schiedest, schied die Wissenschaft traurig,
und dein Tod schädigt die Wüsten- und Städte-Bewohner.

Von einem anderen:

Ich ehre in ihm den Mann, der seines Gleichen nicht hat,
den Vertrauten des Gesandten Gottes mit seinen Gesetzen.
Ich besuche in Miçr den auf dem Mucattam begrabenen;
wie herrlich ist der Mucattam und der in seiner Gruft beerdigte.

Der vortrefflichen Eigenschaften des Schâfi'í sind viele und die besten Schriftsteller haben schon darüber eine Menge Bücher geschrieben; auch in meinem grösseren Geschichtswerke *el-Mucaffá*, *Liber praehabitus* ist von ihm ausführlich die Rede. Zu den wunderbaren Begebenheiten, welche davon erzählt werden, gehört auch folgende Geschichte. Als der Wezir Nidhâm el-mulk Abu 'Alí el-Hasan die Nidhâmische hohe Schule in Bagdad hatte bauen lassen, wünschte er im J. 474, dass die irdischen Überreste des Schâfi'í aus Ägypten geholt und in dieser Schule beigesetzt würden. Es schrieb desshalb an den Emir Badr el-Gamâlí, den Wezir des Chalifen Mustançir billahi, um ihn darum zu bitten, und begleitete das Schreiben mit kostbaren Geschenken. Der Emir wollte seinen Wünschen entsprechen und begab sich in Begleitung der angesehensten Beamten und gelehrtesten Einwohner hinaus zum Grabe. Es war eine Menge Menschen zusammengekommen um sie zu sehen und als das Grab aufgegraben wurde, regte sich unter ihnen ein allgemeiner Unwille; von murrenden Reden kam es zu lauten Äusserungen, es entstand ein Tumult und sie drohten den Emir zu steinigen und sich an ihm zu rächen. Er suchte sie zu beruhigen, stand von dem Vorhaben ab und schickte zum Chalifen um ihn von dem Vorgefallenen in Kenntniss zu setzen. Er erhielt dann eine von demselben unterzeichnete Antwort, worin der Wunsch des

Nidhâm el-mulk gewährt war; damit begab er sich wieder zu dem Grabe und las sie der versammelten Menge vor. Darauf liess er mit dem Aufroden des Grabes fortfahren, bis man an die eigentliche Öffnung desselben kam; als nun die Arbeiter die darüber liegenden Steine wegnehmen wollten, stieg ein wohlriechender Duft daraus auf, welcher sie so betäubte, dass sie ohnmächtig zurückfielen und erst nach einiger Zeit wieder zu sich kamen. Man hielt dies für eine Missbilligung der Gottheit, bat wegen des begangenen Frevels um Verzeihung und schloss das Grab wieder zu. Dieser Tag wird seitdem an dem Grabe des Schâfi'í festlich begangen; vierzig Tage hinter einander kommt bei demselben jede Nacht eine solche Menge Menschen zusammen, dass man nur mit der grössten Mühe und Anstrengung durch sie hindurch bis zu dem Grabe gelangen kann.

Der Emir meldete nun in einem mit grossen Geschenken begleiteten Schreiben dem Wezir Nidhâm el-mulk den ganzen Hergang, dieser liess die Gelehrten aller Classen zusammenrufen und las ihnen den Bericht in der Nidhamia vor und jener Tag wurde in Bagdad als ein Festtag gefeiert. Darauf schickte Nidhâm el-mulk in alle orientalische Städte von den Enden des Euphrats bis nach Mawaralnahr Abschriften des Berichtes, der in allen jenen Gegenden gelesen wurde, und der Ruhm des Schâfi'í vermehrte sich bei allen Völkern jener Länder. Von dieser Zeit an hörten die Menschen nicht auf, das Grab des Sch. zu besuchen, bis zum Sonntag d. 7. Gumâdá I. 608 (17. Oct. 1211), an welchem Tage der Bau des Gewölbes der über dem Grabe errichteten Kapelle vollendet wurde. Der Gründer derselben war der Sultan el-Malik el-kâmil Abul-Ma'âlí Nâçir ed-dîn Muhammed ben el-Malik el-'âdil Seif ed-dîn Abu Bekr ben Ajjûb und der Bau kostete 50,000 Ägyptische Dinare. Beim Aufgraben des Grundes kamen eine Menge Knochen zum Vorschein, welche an einer anderen Stelle des Carâfa wieder beigescharrt wurden. In dieser Kapelle ist auch das Grab des Sultans el-Malik el-'azíz Othmân, Sohnes des Sultans Çalâh ed-dîn Jûsuf († 615) und seiner Mutter Schamsa; auch giebt es viele Gedichte darauf.

Neben dem Grabe waren mehrere Inschriften in Stein eingehauen, darunter folgende Verse:

Wir haben erfüllt unser Gelübde o Ibn Idrîs
und dich besucht aus den Städten von 'Irâk,
Und haben vor dir gelesen, was wir gelernt hatten
von dem Worte des Beschützers, des Schöpfers.

Ein berühmter Fakih aus 'Irâk, welcher gelobt hatte nach Miçr zu wallfahrten und am Grabe des Schâfi'í vierzigmal den Corân zu lesen, soll diese Inschrift gemacht haben.

el-Schâfi'í hatte drei Söhne Abu 'Othmân Muhammed el-'Ascalâní, Abu Abdallah Muhammed (11) und Abul-Hasan, und zwei Töchter Fâtima und Zeinab, ein Sohn der letzteren wurde Ibn bint el-Schâfi'í d. i. Sohn der Tochter des Schâfi'í genannt,

Die Anzahl der Schriften des Schâfi'í wird auf 113 bis gegen 140 angegeben, Hagi Chalfa hat kaum 20 derselben beschrieben, während im *Fihrist* 109 Titel aufgeführt sind, indess ist zu vermuthen, dass viele dieser Titel nur einzelnen Abhandlungen aus der nachher erwähnten Sammlung von 15 Bänden angehören. Sie werden von seinen Schülern in die älteren, welche er in Bagdad schrieb, und in die neueren, welche er in Ägypten verfasste, eingetheilt, aber nur von einigen ist es genau bekannt, in welche Classe sie zu rechnen sind. Zu den älteren gehören:

1) ***el-Risâla Epistola*** vergl. (1). — 2) ***el-Hugga Probatio.*** Die Schüler des Sch. in Bagdad hatten ihn gebeten, ihnen die Lehren des Abu Hanífa zu erläutern; er antwortete: Die Sprache der Hanefiten kenne ich nicht, bis ich ihre Schriften eingesehen habe. Er liess sich also die Schriften des Muhammed ben el-Hasan (S. 34) abschreiben, studierte dieselben ein Jahr lang, bis er sie auswendig wusste, dann setzte er als Gegenstück seine eigene Lehre in einem umfänglichen Bande, ***Probatio*** betitelt, auseinander, welche auch vorzugsweise das Bagdadische Buch genannt wird. **4410.** — 3) ***el-Kitâb el-cadîm Liber vetus***, auch das 'Iracanische Buch genannt, von seinem Schüler el-Karâbîsí überliefert, **10384,** ist vielleicht von dem vorigen nicht ver-

schieden. — 4) ***Kitâb el-asmâi wel-cabâïl** Liber nominum et tribuum de diversa 'Iracanorum doctrina.* **9838.** — 5) ***Nâsik el-hadith we mansûkihi** Traditiones abrogantes et abrogatae*, das erste Buch über dieses Thema. Anstatt *Traditiones* bei Sujûtí *Versus Corani.* — 6) ***Kitâb el-çalât** Liber precationis.* — 7) ***Kitâb el-manâsik** Ritus sacrorum Mekkanorum.* — Mit Ausnahme der beiden letzten Schriften, welche Sch. selbst vortrug, las bei ihm el-Za'farâní alle älteren Bücher in Bagdad vor. — Zu den neueren in Ägypten verfassten Büchern gehören: 8) ***el-Risâla el-gadîda** Epistola nova*, wahrscheinlich einerlei mit ***el-Kitâb el-gadîd** Liber novus* **10018**, und vielleicht eine berichtigte Ausgabe von Nr. 1, da Sch. in manchen Punkten seine Ansicht geändert hatte. — 9) ***Kitâb el-amm**[1]) Liber Propositi* oder *Praecepti*, ein Sammelwerk in 15 Bänden, worin el-Buweití (21) eine Anzahl von Abhandlungen über verschiedene Lehren und Ansichten des Sch. nach dessen Vorträgen vereinigt hat, sodass er für den Verfasser gehalten werden konnte, ohne seinen Namen zu nennen; el-Rabí' ben Soleimân el-Murâdi (Nr. 35) brachte das Ganze in eine bessere Ordnung und gab es unter seinem Namen heraus. **9906.** Es wird auch schlechthin ***Kitâb el-Schâfi'í** Liber Schafi'í* genannt. **10209.** — Ein Theil davon ist 10) ***Ichtilâf el-hadîth** Varietas traditionum.* **254.** Hierüber giebt Nawawí S. 770 folgende Auskunft: „Die beiden 'Iracaner (im Dual, was ich für die Aussprache besonders hervorhebe, weil es oft falsch [im Plural] vocalisirt wird), welche er [Abu Ishâk el-Schîrâzi] in seinem ***Muhaddsab** Liber emendatus* an vielen Stellen erwähnt mit den Worten: „in dem ***Ichtilâf el-'Irâkijjein** Varietas duorum 'Iracanorum*", diese sind Abu Hanîfa und Muhammed ben Abd el-rahman ben Abu Leilá († 148). In diesem Buche behandelt Sch. die Fragen, über welche jene beiden verschiedener Meinung sind, er entscheidet sich zuweilen für diesen, zuweilen für jenen, zuweilen verwirft er beide und stellt eine dritte auf; es ist dies eins von den Büchern der Sammlung *el-Amm*, etwa die Hälfte eines Bandes." — 11—15) Für jeden seiner Schüler el-Rabí',

1) Meistens ohne Vocal geschrieben; für die hier und da vorkommende Vocalisation *Kitâb el-umm Liber matris* finde ich nirgends eine Erklärung.

el-Buweiṭí und Ḥarmala schrieb er ein eigenes *Compendium juris* und für el-Mození ein grösseres und ein kleineres. — 16) *Uçûl el-fikh Principia juris*, nach seinen Vorträgen von el-Rabî' el-Murâdí gesammelt, das erste Buch, welches hierüber verfasst wurde. **835.** — 17) *Kitâb el-casâma Liber de juramento*, oder *cusâma de eleemosynis*. — 18) *Kitâb el-'gizja Liber de tributo*. — 19) *el-Radd 'alá Ibn 'Oleija Refutatio Ibn 'Oleijae (junioris)* herausgegeben von Baḥr ben Naçr (33). — 20) *Amâlî Dictata juridica magna*. **1217.** — 21) Davon verschieden, aber etwa von gleichem Umfange *el-Imlâ Dictatum parvum*. **1271.** — Aus unbestimmter Zeit sind: 22) *Aḥkâm el-Corân Statuta Coranica* von Sch. zuerst aufgestellt. **156.** — 23) *Fadhâïl el-Corân Virtutes Corani praestantes*, das erste Buch hierüber. **9140.** — 24) *Manâfi' el-Corân Utilitates Corani*. **12998.** — 25) *el-Musnad Corpus traditionum*. **12018.** — 26) *Tankiḥ fi 'ilm el-Kijâfa Recognitio critica de genealogia ex habitu demonstranda*. **3682. 9685.** — 27) *Kitâb ithbât el-nubuwwa Liber de probanda prophetia et refutandis Barâhimitis* (Brahminen). **9762.** — 28) *el-Intiçâr Apologia*. — 29) *el-Mabsûṭ Liber facilis intellectu*, von el-Rabî' el-Murâdí gesammelte und von el-Za'farâní überlieferte Vorlesungen des Sch. — 30) *el-Fikh el-akbar Jurisprudentia maxima*, ein sehr vortreffliches Buch, es wird bestritten, dass Sch. der Verfasser sei. **9173.** — 31) *Ta'dhîm cadr el-çalât Praedicatio vis precationis* wird dem Sch. zugeschrieben **3107**, ist aber von Muhammed ben Naçr el-Merwazí (57).

II. Die unmittelbaren Schüler des Schâfi'í.

1. In Mekka und Bagdad.

1. Abu Sa'îd Abd-elrahman ben Mahdî ben Hassân el-'Anbarí el-Baçrí el-Lûluí geb. im Jahre 131 (748), ein Freigelassener in Baçra, hörte daselbst die Traditionslehrer Schu'ba † 160, Hammâr ben Salima † 167, Sufjân ben Sa'îd † 169, in Medina Mâlik ben Anas † 179 und in Kufa Sufjân ben 'Ojeina † 198. Als er noch Zuhörer in dem Kreise des Mâlik war, schrieben andere schon seine Mittheilungen nach, er wurde dann als Überlieferer in Baçra berühmt und unter seinen Schülern zeichneten sich wieder besonders aus Abdallah ben el-Mubârak aus Merw † 181, Abdallah ben Wahb aus Miçr † 197, Ishâk Ibn Râhweih aus Merw in Nîsâpûr † 238, 'Alí Ibn el-Medînî el-Baçrí † 234, Ahmed Ibn Hanbal † 241, el-Câsim ben Sallâm † 224 und Jahjá ben Ma'în † 233 beide aus Bagdad. Der genannte 'Alí sagte über ihn: ich habe keinen gesehen, welcher in den Traditionen fester wäre als Ibn Mahdî; Ahmed Ibn Hanbal erklärte: Wenn Ibn Mahdî von jemand eine Überlieferung anführt, so ist dies ein vollgültiges Zeugniss; und ähnlich äusserten sich mehrere andere. Er las beständig in je zwei Nächten den Corân ganz durch. Er hatte von Schâfi'i und seinen Ansichten gehört, als dieser noch jung war und schrieb ihm nach Mekka, er möchte in einem Buche die Lehren des Corâns mit dem Abgeschafften und Abschaffenden in demselben und in der Sunna, nebst den geschichtlichen Nachrichten und den Meinungen der Gelehrten zusammenstellen. Schâfi'í verfasste also sein berühmtes Sendschreiben *el-Risâla* und übersandte es an Ibn Mahdî durch seinen jugendlichen Schüler el-Hârith Ibn Soreig, aber nicht von Miçr aus, wie Isnawí angiebt, sondern von Bagdad, wohin Schâfi'í sich damals begeben haben muss, theils weil

dieses Sendschreiben unter die älteren Schriften des Sch. gerechnet wird, welche er in Bagdad verfasste, theils weil Ibn Mahdî starb, ehe Sch. nach Ägypten kam. Ibn Mahdî fand das Werk so vortrefflich, dass er die Lehre des Sch. annahm und Gott dafür dankte; er pflegte oft zu sagen: ich spreche kein Gebet, ohne auch Sch. darin einzuschliessen, weil ich ihm gefolgt bin. Sein Schüler Abu Ga'far Ahmed ben Sinân ben Asad el-Cattân el-Wâsití, ein hervorragender Traditionskenner, († zwischen 256 und 259), erzählt von ihm: „In den Vorlesungen des Ibn Mahdî durfte keine Unterhaltung geführt, keine Feder zugespitzt werden, keiner blieb stehen, alle verhielten sich ruhig, als wenn ihnen ein Vogel auf dem Kopfe sässe oder sie im Gebet vertieft wären; wenn er einen von ihnen lachen oder sprechen sah, zog er seine Schuh an und ging fort". Er starb in Baçra 63 Jahre alt im J. 198 (813) sechs Jahre vor Schâfi'í.

2. Abu 'Amr el-Hârith Ibn Soreig el-Bagdâdi erhielt den Beinamen el-Nakkâl „der Überbringer" des Sendschreibens an el-Mahdî, † 236 (850). Er wird in seinen Überlieferungen des Schâfi'i von einigen aus Neid oder wegen seiner Jugend nicht für ganz zuverlässig gehalten, während andere seine Angaben unbedingt angenommen haben.

3. Abu Ajjûb Soleimân ben Dâwûd ben 'Alí ben Abdallah ben 'Abbâs el-Coreschí el-Hâschimí el-Bagdadí, ein frommer enthaltsamer Emir, welchen Schâfi'í ebenso wie den Ahmed Ibn Hanbal für einen der gelehrtesten unter seinen Schülern erklärte, † 219 oder 220 (834—35).

4. Ahmed ben Muhammed ben el-Walíd ben 'Ocba Ibn el-Azrak, der Erzähler der Geschichte von Mekka, welche sein Enkel Abul-Walíd Muhammed ben Abdallah ben Ahmed el-Azrakí aufschrieb, † 222 (837). Vergl. die Chroniken von Mekka. Bd. 1. Vorrede.

5. Abu 'Obeid el-Câsim ben Sallâm el-Bagdadí geb. im J. 150 (767) oder 154 als Sohn eines Griechischen Sklaven, dessen Herr in Herât wohnte, erhielt dort den ersten Unterricht und begab sich dann zur Erlernung des reinen Arabischen nach den beiden für dieses Studium geeignetsten Hauptstädten Kufa und Baçra und lernte in Kufa

das richtige Lesen des Corâns bei 'Alí ben Ḥamza el-Kisâí † 189, die Traditionen bei Wakí' ben. el-Garrâḥ † 196 und Ibn 'Ojeina † 198, so wie die Grammatik bei Jaḥjá ben Zijâd el-Farrâ † 207 und Mûsá ben Zijâd Ibn el-A'râbí † 232, und in Baçra waren seine Lehrer Abu 'Obeida Ma'mar ben el-Muthanná † 210 in den schönen Wissenschaften, Abu Sa'íd Abd el-malik el-Açma'í † 216 und Abu Zeid Sa'íd el-Ançârí † 215 in der Philologie. Er erwarb sich in allen diesen Fächern vorzügliche Kenntnisse, war auch in der Geschichte bewandert und wusste Gedichte und Erzählungen angenehm vorzutragen. Dann kam er nach Bagdad zu Schâfi'í, nahm dessen Lehre an und wurde einer seiner berühmtesten Schüler. Er pflegte die Nacht in drei Theile zu theilen, im ersten Drittel betete er, im zweiten schlief er, im dritten verfasste er seine Schriften. Als sein Zuhörer in den Traditionen wird 'Abbâs ben Muhammed el-Dûrí el-Bagdadí † 271 besonders genannt. In welch hohem Ansehen er stand, beweisen schon die Äusserungen mehrerer seiner jüngeren Zeitgenossen; so sagte Isḥâk Ibn Râhweih († 238): Abu 'Obeid hat unter uns die umfassendsten gelehrten Kenntnisse und übertrifft uns in den schönen Wissenschaften; wir bedürfen des Abu 'Obeid, aber er bedarf unsrer nicht. Abu Cudâma 'Obeidallah el-Sarachsí († 241) wurde von Ibrâhîm ben Abu Ṭâlib el-Nîsâpûrí († 295) um seine Meinung über die vier grossen Gelehrten gefragt und gab das Urtheil ab: Schâfi'i ist der gelehrteste, Aḥmed Ibn Ḥanbal der frömmste, Isḥâk Ibn Râhweih der beste Traditionskenner und Abu 'Obeid der grösste Sprachgelehrte. — Er wurde zum Câdhi von Tarsus ernannt, wo er 18 Jahre blieb, worauf er nach Bagdad zurückkehrte und seine Schriften öffentlich vortrug. Im J. (222 oder) 223 unternahm er die Wallfahrt nach Mekka und nachdem die Festlichkeiten vorüber waren und er schon alles zur Rückreise geordnet und die Lastthiere gemiethet hatte, starb er in Mekka oder in Medina im Muḥarram 224 (Nov. 838). Dass er nach einer Nachricht 67 Jahre alt geworden sei, stimmt nicht zu dem oben angegebenen Geburtsjahre. Er hatte röthliches Kopf- und Barthaar, welches er mit Ḥinna färbte; sein Aussehen war würdevoll und Ehrfurcht gebietend.

Unter seinen Schriften hat das berühmteste den Titel 1) *Verba in-*

usitata, quae in traditionibus et Corano leguntur, H. 8613 und 12029; er hatte daran 40 Jahre gesammelt, und so oft er von diesem oder jenem eine passende Erklärung hörte, trug er sie in seinem Buche nach und konnte dann die Nacht nicht schlafen aus Freude über diese nützliche Bereicherung. Das vollendete Werk überreichte er seinem Gönner, dem Emir Abdallah ben Ṭâhir († 228), welcher es so schön fand, dass er sagte: Wer mit seinem Verstande ein solches Werk zu Stande bringen kann, der ist werth, dass er sich wegen seines Unterhaltes keine Sorgen mache; und damit bestimmte er ihm ein monatliches Einkommen von 10,000 Dirhem (400 Ducaten). Es war das erste Buch, welches über diesen Gegenstand geschrieben wurde, die nachfolgenden haben es immer ihren Arbeiten zu Grunde gelegt. Abdallah ben Aḥmed brachte es seinem Vater Aḥmed Ibn Ḥanbal, welchem es so gefiel, dass er ausrief: Gott lohne es ihm mit Wohlthaten! — 2) Vielleicht dasselbe Buch ist *Voces inusitatae ordinatae*, 8622, wo der Artikel *el-* fehlt, wodurch ein anderer Sinn entsteht. — 3) *Virtutes Corani praestantes*, 9140. — 4) *Variae Corani lectiones*, 9386 und 10387, das älteste Buch dieser Art. — 5) *Sententiae Corani*, 12336. — 6) *Versus Corani abrogantes et abrogati*, 13516. — 7) *Proverbia vagantia*, 1255. *Libri proverbiorum Abu 'Obaid Elqasim lectiones duae, ed. E. Bertheau. Gottingae* 1836; die in anderen Sammlungen nicht vorkommenden Sprichwörter sind von *Freytag*, *Arabum Proverbia T. III* aus den Wolfenbüttler Handschriften ausgezogen, die sich aber als das Werk eines anderen schon dadurch verrathen, dass darin Männer genannt werden, welche bis über 100 Jahre später gelebt haben als Abu 'Obeid. — 8) *De nominibus masculini et feminini generis*, 10473. 9) *Liber eorum nominum, qui in fine corripiuntur aut producuntur*, 10519. — 10) *Liber de menstruis*, 10077. — 11) *Institutio judicis*, 337. — 12) *Liber de juribus jurandis et votis*, 9930. — 13) *Liber accidentium*, 9775. — 13) *Interdictum et insolventiae declaratio.* — 14) *Numerus versuum Corani.*

6. Abul-Walîd Mûsá ben el-Gârûd in Mekka lernte die Traditionen bei Sufjân ben 'Ojeina und überlieferte deren auch viele von Schâfi'î, sowie dessen Buch *Dictata juridica* und anderes; Tirmidsî hat am Ende seiner Traditionssammlung nach der Überlieferung des Mûsá

Aussprüche des Sch. aufgenommen und als Richter in Mekka entschied er nach den Lehren des Sch. Er wurde nach Bagdad geschleppt und war ein Leidensgefährte des Buweiṭí im Kerker (21).

7. Abul-Ḥasan 'Alí ben Abdallah ben Ga'far ben Nagîḥ el-Sa'dí Ibn el-Medîní, ein Freigelassener vom Stamme Sa'd und in Baçra wohnhaft[1]), geb. im J. 161 (777), war ein vorzüglicher Kenner der Traditionen, worin ausser seinem Vater einem bekannten Lehrer derselben, auch Jaḥja el-Caṭṭân † 170 und Ḥammâd ben Zeid † 179 in Baçra, Ibn 'Ojeina in Mekka, Haschîm ben Baschîr † 183 in Wâsiṭ, Abd el-'azîz el-Darâwerdí † 187 in Medina u. A. ihn unterrichteten. Er verstand die guten Traditionen von den falschen zu unterscheiden und die Fehler derselben nachzuweisen und schrieb darüber ein besonderes Werk. Die Verfasser der grossen Sammlungen haben seine Glaubwürdigkeit dadurch anerkannt, dass sie viele seiner Überlieferungen aufgenommen haben, auch Muhammed ben Jaḥjá el-Dsuhlí el-Nîsâpûrí († 258) folgte ihm, und Aḥmed Ibn Ḥanbal pflegte aus Hochachtung ihn nie mit seinem Namen, sondern mit dem Vornamen zu nennen. Nur sein Zeitgenosse Jahjá Ibn Ma'în († 233) sagte: Wenn Ibn el-Medîní zu uns (d. i. nach Bagdad) kommt, zeigt er sich als Sunnit, und wenn er nach Baçra zurückkehrt, zeigt er sich als Schi'it. Dagegen Ibn 'Ojeina sagte: man verspottet mich wegen meiner Zuneigung zu Ibn el-Medîní; bei Gott! ich habe von ihm mehr gelernt, als er von mir. Er starb 72 Jahre alt im J. 234 (848). Die Titel seiner Bücher sind 1) *De falsis traditionibus et probis*, H. 4009. — 2) *Vitiositates traditionum.* — 3) *Nomina Virorum (qui traditiones propagarunt)* 692. — 4) *Causae revelationis,* 583, die erste Schrift über dieses Thema.

8. Abu Isḥâk Ibrahîm ben el-Mundsir el-Ḥizâmí el-Asadí el-Medení war weit umher gereist um die Traditionen zu sammeln, und ist ein hervorragendes Glied in der Kette der Überlieferer; er hörte in Medina bei Anas ben 'Ijâdh † 201, in Kufa bei Sufjân ben 'Ojeina † 198, in Damascus bei el-Walîd ben Muslim † 194, in Miçr bei Abdallah

1) *Abul-Mah.* I. 703 n. 10 die Lesart der Handschriften ist richtig.

Ibn Wahb † 197, und von ihm überlieferten Muhammed el-Bochârí † 256, Muhammed Ibn Mâga † 273, 'Imrân ben Músá el-Sichtijâní in Gurgân † 305, Ahmed ben Jahjá gen. Tha'lab in Bagdad † 291, Ahmed ben Sa'îd el-Dârimí in Nîsâpûr † 253, Abu Bekr Abdallah Ibn Abul-Dunjâ in Bagdad † 281 u. A. In den Traditionen besass Ibn el-Mundsir bessere Kenntnisse als der 100 Jahre später berühmte Ibrahîm Ibn Hamza in Içpahân † 356, nur dass er im Corân nicht fest war und verwirrte Anführungen daraus machte, wesshalb Ahmed Ibn Hanbal sich von ihm zurückzog. Er starb im Muharram 236 (Juli 850).

9. Abu Ja'cûb Ishâk ben Ibrâhîm ben Machlad el-Handhalí el-Merwazí wurde im J. 161 oder 168 (784) geboren und nach einem Beinamen seines Vaters Ibn Râhweih genannt, welches „am Wege gefunden" bedeuten soll[1]). Ishâk, welchem dieser Name nicht so unangenehm gewesen war wie seinem Vater, verlebte seine Jugend in Nîsâpûr und kam dann zum Studieren nach Bagdad, wo er sich anfangs an Dâwûd el-Dhâhirí † 270, den heftigsten Gegner des Schâfi'í, anschloss. Desshalb kam auch er mit Schâfi'i in dessen Unterrichtsstunden in Streit und hatte mit ihm Disputationen über einzelne theologische und Rechts-Fragen, z. B. ob es erlaubt sei, Häuser in Mekka zu verkaufen. Nach und nach nahm er aber die Lehren des Schâfi'í an, schrieb sich dessen Bücher ab und wurde einer der berühmtesten Schüler desselben. Als einst in el-Ruçâfa, der am Tigris Bagdad gegenüber liegenden Stadt, die ersten Traditionsgelehrten versammelt waren, darunter Ahmed Ibn Hanbal und Jahjá Ibn Ma'în, wurde dem Ibn Râhweih der Vorsitz eingeräumt und er war der erste Redner. Auf seinen Reisen durch 'Irâk, Higâz, Jemen und Syrien hatte er sich besonders auf das Sammeln und Studieren der Traditionen gelegt, er hörte sie in Bagdad von Ismâ'îl Ibn 'Oleija el-Baçrí † 193 und von Zakarîja ben 'Adí el-Kûfí † 213, in Baçra von Abd el-rahman ben Mahdî † 198 und von Rûh ben 'Obâda † 205, in Mekka von Soleimân ben Harb el-Baçrí † 234,

1) Von dem Persischen *râh* „Weg" und *weih* „gefunden"; einige sprechen Râhûjeh. Vergl. indess über die Namen auf *weih* *Nöldeke's* Abhandlung.

in Kufa von Sufjân Ibn Ojeina † 198, in Çan'â in Jemen von Abd el-razzâk ben Hammâm el-Himjarí † 211 und von vielen anderen. Er hatte ein so starkes Gedächtniss, dass er behauptete, von 100000 Traditionen nachweisen zu können, wo sie ständen, und dass er davon 70000 auswendig wisse. Unter seinen Schülern zeichneten sich aus Muhammed Ibn Mâga el-Cazwîní † 273, Abu Dâwûd Soleimân el-Sigistâní † 275, Abul-Hasan Abdallah el-Sammâní † 303, Abu Bekr Muhammed Ibn Chozeima † 311 und der zuletzt verstorbene derselben Abul-'Abbâs Muhammed el-Sarrág † 313. Seine beiden umfänglichen Bücher *Commentarius in Coranum* H. 3220 und *Corpus traditionum* konnte er aus dem Gedächtniss vortragen. Im Alter kehrte er nach Nîsâpûr zurück und starb dort Donnerstag d. 15. Scha'bân 237 (11. Febr. 852.)

10. Ibrâhîm ben Muhammed ben el-'Abbâs ben 'Othmân el-Schâfi'í in Mekka, ein Vetter des Imâm el-Schâfi'í, starb im J. 237 oder 238 (852).

11. Abu 'Othmân Muhammed ben Muhammed ben Idrîs el-'Ascalâni, ein Sohn des Imâm, geb. in 'Ascalon, genoss den Unterricht des Vaters und des Ibn Hanbal, und hörte in Mekka die Traditionen bei Ibn 'Ojeina (nicht 'Anbasa); er wurde Câdhi von Bagdad oder vielmehr von el-Gazîra, wo er auch die Traditionen vortrug und im J. 231 oder 241 (855) starb. — Ein anderer Sohn des Imâm, Abu Abdallah Muhammed, ging mit dem Vater nach Ägypten und starb dort in jungen Jahren als Rechtsanwalt im J. 231 (845).

12. Abu Thaur Ibrâhîm ben Châlid ben Abul-Jamân el-Kalbí ein sehr gelehrter Fakîh in Bagdad hörte die Traditionen in Mekka bei Sufjân Ibn 'Ojeina † 198, in Baçra bei Mahdî ben Meimûn † 172 und Mu'âds ben Mu'âds el-'Antarí † 196, in Wâsit bei Jazîd ben Hârûn † 206, in Kûfa bei Wakî' ben el-Garrâh † 176, Abu Mu'âwîja Muhammed el-Dharîr † 195 und Muhammed ben 'Obeid el-Tanâfisí † 204, in Bagdad bei Ismâ'îl Ibn 'Oleija † 193 und Mûsá ben Dâwûd † 217, u. A. Anfangs war er Rationalist wie Abu Hanîfa und die Bewohner von 'Irâk folgten seinen Lehren, bis el-Schâfi'í nach Bagdad kam, da wurde er dessen Anhänger, kehrte von seinen Vernunftansichten zur Tradition

über und suchte in Büchern und Schriften über Rechtsentscheidungen die Gegensätze in Einklang zu bringen. Er ist dann auch schon von seinen Zeitgenossen als einer der zuverlässigsten Gläubigen und als hervorragender Imâm in Religions- und Rechtssachen anerkannt; so äusserte sich Aḥmed Ibn Ḥanbal, als er über ihn gefragt wurde: „Ich kenne ihn in der Sunna seit 50 Jahren, er gilt bei mir soviel, als wenn er in der Haut des Sufjân el-Thaurí († 169) steckte", welcher unbestritten einer der grössten Gelehrten war. Ein andermal wurde Ibn Ḥanbal um die Entscheidung eines Rechtsfalles gebeten; er antwortete: frage einen anderen Rechtskundigen, frage den Abu Thaur. Er ist der Überlieferer der älteren in Bagdad verfassten Schriften des Schâfi'í und aus der grossen Zahl seiner Schüler, welche seine Traditionen fortpflanzten, sind besonders zu nennen: vier von den Verfassern der grossen Sammlungen, Muslim ben el-Ḥaggâg † 261, welcher sehr vieles von ihm aufgenommen hat, Muhammed Ibn Mâga † 273, Abu Dâwûd Suleimân el-Sigistânî † 275 und Abu 'Îsá Muhammed el-Tirmidsí † 279, ferner der Çufit el-Guneid † 297, el-Câsim ben Zakarîja † 305, 'Obeid ben Muhammed ben Chalaf, Idrîs ben Abd el-karîm u. A., welche alle über seine Glaubwürdigkeit und sein Ansehen übereinstimmen, und die Richter in Adserbeigân und Armenien entschieden nach seiner Lehre. Nur der spätere Abul-Câsim Abd el-karîm el-Râfi'i († 623) spricht gegen ihn einen Tadel aus, wenn er sagt: „Abu Thaur, wenn er auch in die Classe der Schüler des Schâfi'í gerechnet wird und dazu gehört, hat doch hier und da eine freilich wenig beachtenswerthe Lehre, womit er allein steht und welche nicht als *wagh*[1]) beurtheilt werden kann." Dagegen bemerkt el-Isnâwí: Wenn er in einigen Lehrsätzen von el-Schâfi'í abweicht, so ist sein Alleinstehen nicht als *wagh* in Bezug auf das ganze System anzusehen, umgekehrt wie bei Abul-Câsim el-Anmâṭí und Ibn Soreig, welche desshalb doch zu den Anhängern des Schâfi'í gerechnet werden, und wenn Männer wie Ibn el-Mundsir † 318,

1) *wagh* Plural *wugûh* ist die verschiedene Erklärung desselben Wortes an verschiedenen Stellen des Corans. H. 14179.

Ibn Garîr el-Tabarí † 310, el-Sâgí † 307 u. A., welche über die abweichenden Lehren der 'Ulemâs geschrieben haben, schon dasselbe abfällige Urtheil wie Râfi'í über Abu Thaur gefällt zu haben scheinen, so muss man berücksichtigen, dass sie, wo sie denselben erwähnen, nur wegen seiner hohen Bedeutung hier und da angeben, ob er mit el-Schâfi'í übereinstimme oder nicht, was sie bei unbedeutenden Männern nicht thuen. An anderen Stellen nennt ja auch el-Râfi'í selbst den Abu Thaur „einen von unseren Genossen", wodurch er sich deutlich genug ausdrückt, selbst wenn er ihn zu den Anhängern des *wágh* rechnete, und er nennt ihn dann öfter in seinem Buche und giebt seine abweichende Meinung an, was er bei keinem der anderen Sektenstifter thut. Zudem sind die Ansichten des Abu Thaur gar nicht schwach begründet, sondern stark, ja stärker als die des Schâfi'í. — Abu Thaur starb gegen das Ende des Çafr 240 (Ende Juli 854).

Als seine Schriften werden genannt 1) *Doctrina documentorum et actorum publicorum.* H. 7559. — 2) *Doctrina juris hereditarii.* 8967. — 3) *Liber lotionis.* — 4) *Liber precationis.* — 5) *Liber jejunii.* — 6) *Liber ceremoniarum.*

13. Abu Abdallah Ahmed ben Muhammed Ibn Hanbal ben Hilâl el-Scheibâni[1]) el-Merwazí geb. zu Merw, oder daselbst empfangen und im Rabí' I. 164 (Nov. 780) zu Bagdad geboren, erhielt hier eine gute Erziehung und den Unterricht der besten Lehrer, wie Ibrâhîm ben Sa'd † 183, Haschîm ben Baschîr † 183 und Ibrâhîm Ibn 'Oleija † 193, indem er sich seit dem Jahre 179 besonders dem Studium der Traditionen und der Reohtswissenschaften widmete. In seinem zwanzigsten Jahre begab er sich auf Reisen, durchwanderte Higâz, Jemen, Syrien und Mesopotamien, verweilte besonders in Mekka, Medina, Kufa und Baçra und hörte überall die ausgezeichnetsten Gelehrten: in Baçra Bischr ben el-Mufaddhal † 186, Jahjá el-Cattân † 198, Abd el-rahman Ibn Mahdî † 198, und Bahz ben Asad † nach 200; in Kufa Wakî

1) *Ibn Chall.* N. 19 und *Nawawi* Pap. 142 führen seinen Stammbaum in 30 Gliedern bis 'Adnân hinauf.

ben el-Garrâḥ † 196; in Mekka Sufjân Ibn 'Ojeina † 198; in Çan'â Abd el-razzâk ben Hammâm † 211. Nach seiner Rückkehr nach Bagdad wurde dann Schâfi'í sein Lehrer, dem er folgte und dem er bis zu dessen Abreise nach Ägypten anhing. Schâfi'í schätzte ihn sehr hoch und äusserte sich einmal in Ägypten über ihn, er habe in Bagdad keinen frömmeren, gottesfürchtigeren und gelehrteren Mann zurückgelassen als Ibn Ḥanbal. In ähnlicher Weise haben viele andere über ihn geurtheilt und ihm den ersten Rang unter seinen Zeitgenossen zuerkannt.

Ibn Ḥanbal wurde der Stifter der vierten orthodoxen Sekte, der Ḥanbaliten, wird aber von den Biographen der Schâfi'íten auch zu diesen gerechnet, weil er ein Schüler des Schâfi'í war und viele Lehrsätze desselben beibehielt und sich auf ihn berief, indem er z. B. sagte: Jede Frage, in welcher ich für mich keinen Beweis habe, trage ich nach der Ansicht des Schâfi'í vor. Abu Bekr Muhammed el-Ḥâzimí † 584 hat unter dem Titel *Catena aurea* ein besonderes Werk geschrieben über das, was Ibn Ḥanbal von Schâfi'í angenommen hat. H. 7210.

Er hatte ein schönes Gesicht, war von mittlerer Statur und färbte sein Haar mit Ḥinnâ, doch nicht zu roth, in seinem Barte waren einige schwarze Haare. Er besass ein unglaublich starkes Gedächtniss und soll nicht nur eine Million Traditionen, sondern alle seine Bücher, an welchen zwölf Lastthiere zu tragen hatten, auswendig gewusst haben. Als Zeichen seiner Mässigkeit erzählte sein Sohn Çâliḥ, er habe nie gesehen, dass sein Vater sich einen Apfel oder eine Quitte oder eine andere Frucht gekauft habe, ausser Kürbisse, Weintrauben oder Feigen, wozu er trocknes Brod ass; auch habe er von seinem Vater gehört, dass er fünfmal die Pilgerreise und zwar dreimal zu Fuss gemacht und auf einer derselben dreissig Dirhem ausgegeben habe.

Der Chalif Mu'taçim, welcher in gelehrten Sachen sehr unerfahren war und weder lesen noch schreiben konnte, mischte sich gleich zu Anfang seiner Regierung in den Streit der Theologen, ob der Corân erschaffen oder als Gottes Wort von Ewigkeit sei, er erklärte sich für die Erschaffung und wollte den anders glaubenden seine Meinung aufzwingen. Zu diesen gehörte auch Aḥmed Ibn Ḥanbal, welcher indess

lieber eine mehrmalige Geisselung erduldete, als gegen seine Überzeugung bekannte, dass der Corân erschaffen sei. Ungeachtet er dann eine Disputation mit Theologen und Juristen in Gegenwart des Chalifen siegreich bestanden hatte, wurde er im letzten Zehnt des Ramadhân 220 nach standhafter Weigerung ins Gefängniss geworfen und er schmachtete darin bis zum Tode des Mu'taçim im J. 227. Sein Nachfolger Wâthik, obgleich auch ein Eiferer für die Erschaffung des Corâns, entliess ihn aus dem Gefängnisse, doch verbot er ihm das Haus zu verlassen. Erst Mutawakkil, welcher im J. 232 zur Regierung kam, schenkte ihm seine völlige Freiheit wieder, überhäufte ihn noch mit Geschenken und Ehrenbezeugungen und legte den unglückseligen Streit für diesmal bei.

Von nun an stieg das Ansehen des Ibn Ḥanbal noch mehr, sodass am Ende seines Lebens Niemand ihm an Kenntnissen und Frömmigkeit gleich geschätzt wurde. Er starb nach einer neuntägigen Krankheit am Freitag Morgen d. 12. Rabí' II. 241 (31. Aug. 855)[1]) und wurde am Thore Ḥarb begraben. Schon während seiner Krankheit war der Zudrang der theilnehmend sich Erkundigenden so gross, dass der Chalif zur Erhaltung der Ordnung eine Wache aufstellen liess; bei dem Leichenzuge sollen 800,000 Männer und 60,000 Frauen zugegen gewesen und an dem Tage 20,000 Christen, Juden und Magier zum Islâm übergegangen sein. Auch musste Mutawakkil den Platz um sein Grab ebnen lassen, damit er die Tausende von Menschen fassen konnte, welche täglich hier zusammen strömten, um ihr Gebet zu verrichten.

Aḥmed hinterliess zwei Söhne: der älteste Çâliḥ geb. 203 (818) wurde Câdhi von Içpahân und starb im Ramadhân 266 (Apr. 880), dessen Sohn Zoheir † 303; der andere Abdallah starb im J. 290 (903) in einem Alter von 77 Jahren; nach ihm war der Vater „Abu Abdallah" genannt, also erst in seinem 50. Lebensjahre.

Ausserdem dass ältere Gelehrte, bei denen Ibn Ḥanbal Traditionen

1) Unter den verschiedenen Angaben stimmt nur bei dieser das Datum mit dem Wochentage.

hörte, auch solche von ihm annahmen, wie die genannten Ibn Mahdî und Abd el-razzâk, wird auch eine grosse Anzahl seiner Schüler namhaft gemacht, welche seine Überlieferungen aufzeichneten oder wieder an andere übertrugen; so haben drei von den Verfassern der grossen Sammlungen, Muhammed el-Bochârí † 256, Muslim ben Ḥaggâg † 265 und Abu Dâwûd el-Sigistâní † 275 vieles von ihm aufgenommen, und unter den übrigen waren die berühmtesten Jaḥjá ben Adam aus Kufa † 203, Jaḥjá ben Hârûn aus Wâsiṭ † 206; aus Baçra Abul-Walîd Hischâm el-Ṭajâlisí † 227, 'Alí Ibn el-Medînî † 234 und Ja'cûb ben Scheiba † 264; Muhammed ben Jaḥjá el-Dsuhlí aus Nîsâpûr † 252, Bakí ben Machlad aus Cordova † 276; Abu Zur'a 'Obeidallah el-Râzí † 264, Abu Zur'a Abd el-raḥman el-Dimaschkí † 276, Abu Ḥâtim el-Râzí † 277, 'Othmân ben Sa'îd el-Dârimí † 280; in Bagdad Ibrâhîm el-Ḥarbí † 283, Mûsá ben Hârûn und Abdallah el-Bagawí † 317.

Ibn Ḥanbal war kein eigentlicher Rechtslehrer, sondern fast nur Traditionsgelehrter und seine Schriften geben davon Zeugniss, indem sie, soviel man aus den Titeln entnehmen kann, fast ausschliesslich aus Traditionen bestehen. 1) *el-Musnad Fulcrum*, sein Hauptwerk, eine Sammlung von 30,000 Traditionen in 24 Bänden oder in einem Exemplare der Bibliothek der Mustançiria in Bagdad in 19 Bänden; Th. 5 bis 8 in Gotha Nr. 589; sein Sohn Abdallah fügte einige Zusätze hinzu. H. **12002. 6869.** Abul-Fadhl Aḥmed Ibn Ḥagr el-'Ascalânî † 852, welcher aus den zehn grössten Sammlungen ein allgemeines Inhaltsverzeichniss in acht Bänden angefertigt hatte, gab davon ein besonderes Register zu Ibn Ḥanbal in zwei Bänden heraus. H. **55. 877.** — Einen Commentar verfasste Abul-Ḥasan ben Abd el-hâdî el-Sindí († 1139) in etwa 50 Heften zu zehn Blättern gr. Folio. — 2) *Liber de articulis fidei* **9860**, nach der Überlieferung des Ibn Ḥanbal vorgetragen von Abul-Fadhl Abd el-wâḥid ben Abd el-'azîz el-Tamîmí † 410. — 3) *Liber de juribus jurandis*, **9927**. — 4) *Liber de potulentis*, **9845**. — 5) *Liber abstinentiae*, **10162**. — 6) *Panegyricus 'Alii ben Abu Ṭâlib*, **13046**. — 7) *Vitiositates* (*traditionum*). — 8) *Commentarius in Coranum*. — 9) *Liber abrogantis et abrogati*. — 10) *Liber de jure hereditario*. — 11) *Liber cere-*

moniarum. — 12) *Refutatio sectae 'Gahmitarum.* — 13) *Liber obedientiae Legati.*

14. Abu Abdallah el-Ḥârith ben Asad gen. el-Muḥâsibí „der Abrechner", weil er öfter mit sich selbst Abrechnung hielt, d. i. sich über sein Verhalten Rechenschaft gab, aus Baçra, lebte in Bagdad und bekannte sich zu der Lehre des Schâfi'í; in der Jurisprudenz, den Traditionen, dem Çufismus und der Scholastik war er einer der vornehmsten Gelehrten und seine Schriften in diesen Fächern gehören zu den Grundlagen für jeden, welcher darüber schreiben will. Er erbte von seinem Vater ein Vermögen von 70,000 Dirhem, nahm aber nichts davon an, weil sein Vater ein Anhänger der Prädestinationslehre gewesen war, und der Prophet gesagt hatte, Leute von zwei Religionsparteien sollten einander nicht beerben; desshalb besass er bei seinem Tode nicht einen Dirhem. Er war der Lehrer des grossen Çufiten el-Guneid † 297. Mit seinem Zeitgenossen Aḥmed Ibn Ḥanbal war er gänzlich zerfallen wegen seiner scholastischen Lehren und seiner Bücher und er hielt sich vor den Leuten verborgen, weil sie Ibn Ḥanbal begünstigten; desshalb waren bei seinem Tode im J. 243 (837) nur vier Personen erschienen, um dem Leichengebete für ihn beizuwohnen, obgleich Ibn Ḥanbal schon drei Jahre vorher gestorben war. — Die Zahl seiner Schriften soll gegen 200 betragen haben, von denen indess nur der Titel einer einzigen bekannt ist, *Observatio diligens de Çufismo* H. **6840** und **10140**, deren Werth natürlich von den Gegnern nicht anerkannt wurde.

15. Abu Ga'far Aḥmed ben Châlid el-Ḥallâl el-Bagdadi † 246 (860) oder 247.

16. Abu 'Alí el-Ḥosein ben 'Alí ben Jazíd el-Karâbísí d. i. der mit weissen feinen (nach den Biographen „groben") Leinenzeugen handelt, war Rationalist, trat aber zu Schâfi'í über und wurde einer der berühmtesten Schüler desselben in seinen Vorlesungen zu Bagdad, welcher dessen Lehre am besten inne hatte und in der Scholastik und der Kenntniss der Traditionen sich auszeichnete. Er starb im J. 245 oder wahrscheinlicher 248 (862). Er ist einer von den vier treusten Überlieferern der älteren Vorträge des Schâfi'í, *Liber vetus*, und in den von

ihm selbst ausgearbeiteten Büchern behandelt er die allgemeinen Grundsätze und die einzelnen Lehrsätze des Rechts und die verschiedenen Ansichten der Gelehrten, auch giebt er dazu viele historische Nachrichten. — 1) Eine *Fructificatio el-Mahbûbi* enthielt seine abweichenden Meinungen, **9041**. — 2) Die *Nomina traditionariorum incertae fidei* hat er zuerst zusammen gestellt, **708**. — 3) Über die Fehler, welche bei der Abfassung von öffentlichen Urkunden begangen werden, **7559**.

17. Abu Ja'cûb Ishâk ben Bahlûl ben Hassân el-Tanûchí el-Anbârí, aus Anbâr am Euphrat zehn Parasangen westlich von Badgad, wurde von seinem Vater unterrichtet und hörte die Traditionen bei Sufjân Ibn 'Ojeina, Wakí', in Bagdad von Ibn 'Oleija † 193, Ibrâhîm el-Harbí † 285, Ga'far el-Firjâní † 301 und Jahjá Ibn Çâ'id † 318. Er sammelte ein grosses *Corpus traditionum*, von denen er in Bagdad 50,000 aus dem Gedächtniss vortrug, ohne in einer einzigen zu irren; er verfasste auch ein juristisches Werk und eins über die Lesarten im Corân und starb 82 Jahre alt in el-Anbâr im J. 252 (866).

18. Abu 'Alí el-Hasan ben Muhammed ben el-Çabbâh el-Za'farâní, aus el-Za'farânia einem Dorfe in der Nähe von Bagdad, ging noch sehr jung zum Studieren nach Bagdad und wohnte in der nach ihm benannten Strasse el-Za'farâní, in welcher die Moschee des Schâfi'í liegt, worin später der Scheich Abu Ishâk seine Vorlesungen hielt. Ihm war der Bart noch nicht gewachsen, als Schâfi'í nach Bagdad kam; die Schüler sammelten sich bei diesem, darunter waren Ibn Hanbal und Abu Thaur Ibrâhîm, und Sch. forderte sie auf, ihm diejenigen zu nennen, welche ihnen vorlesen sollten. Die Reihe kam auch an el-Hasan, dessen Aussprache des Arabischen ihm am besten gefiel, während Hasan selbst sich über seine geläufige Zunge und seine Kühnheit, vor ihm zu lesen, wunderte. Sch. fragte ihn dann, zu welchem Arabischen Stamme er gehöre; er antwortete: ich bin kein geborener Araber, ich bin aus dem Dorfe Za'farania; dann bist du der vornehmste Herr dieses Dorfes, sagte Schâfi'i, er zog ihn den älteren Schülern vor und liess ihn seine *Risâla* „das Sendschreiben“ lesen und nach und nach seine übrigen Schriften mit Ausnahme von zweien über die Opfergebräuche und über-

das Gebet, welche Sch. selbst vorlas. Hasan nahm von allen Abschriften, konnte sich in seinem Alter rühmen sie 50 Jahre lang vorgetragen zu haben und von ihm hat die Gesammtheit (d. i. die Verfasser der sechs grossen Sammlungen: Bochârí, Muslim, Ibn Mâga, Abu Dâwûd, el-Nasâí und el-Tirmidsí) mit Ausnahme des Muslim viele Traditionen aufgenommen. Ausser el-Sch. hörte er zum Theil schon vor dessen Ankunft in Bagdad die Traditionen bei Ibn 'Ojeina, Ibn 'Oleija, Wakí', Abd el-wahhâb ben 'Atâ † 204, Jazíd ben Hârûn † 206, 'Amr ben el-Heitham, Soneid d. i. el-Husein ben Dâwûd el-Maççíçí, Haggâg el-A'war el-Maççíçí † 206, Schabbân ben Sawwâr, Abd el-wahhâb el-Thakefí, 'Affân ben Muslim † 219 u. A. Auch als Sprachkenner war Za'farâní hochgeachtet, ganz besonders aber gehört er mit Ibn Hanbal, Abu Thaur und el-Karâbísí zu den vier Schülern, welche die älteren in Bagdad gehaltenen Vorträge des Sch., die unter dem Namen *Liber vetus* oder *Effata antiqua* bekannt geworden sind, am treusten nachgeschrieben haben, wovon el-Isnawí ein altes Exemplar in einem starken Bande besass. Zu seinen Schülern, welche seine Traditionen fortpflanzten, gehören: el-Câsim ben Zakaríjâ † 306, Abul-'Abbâs Ahmed Ibn Soreig † 306, Zakaríjâ ben Jahjá el-Sâgí † 306, Abu Bekr Ibn Chozeima † 311, Abu 'Awâna Ja'cûb el-Isfarâíni † 316, Abul-Câsim Abdallah el-Bagawí † 317, Jahjá ben Muhammed Ibn Çâ'id † 318, el-Hosein ben Ismâ'íl el-Mahâmilí † 330 und Abu Sa'íd Ahmed Ibn el-A'râbí † 340. Er überlieferte die von el-Rabí' unter dem Titel *el-Mabsût Liber facilis intellectu* gesammelten Vorlesungen des Schâfi'í; eigene Schriften von ihm werden im *Fihrist* nicht angeführt, weil sie schon zur Zeit des Ibn el-Nadîm grösstentheils vergessen und nicht wieder abgeschrieben waren. Er starb in Bagdad im Scha'bân oder Ramadhân 260 (Mai, Juni 874).

2. In Miçr.

19. Abu Zeid Abd el-hamíd ben el-Walíd ben el-Mugîra gen. Keid, Grammatiker, Rechts- und Geschichtskundiger in Miçr nahm Schâfi'ís Lehren an und starb im Schawwâl 211 (Januar 827), nach Sujûti im J. 221.

20. Abu Bekr Abdallah ben el-Zobeir ben 'Îsá ben Abdallah el-Coreschí el-Asadí el-Homeidí, aus der Familie Homeid vom Stamme Asad in Mekka, wo er zu den besten Schülern des Sufjân Ibn 'Ojeina († 198) gehörte, 19 Jahre dessen Vorlesungen besuchte und die Traditionen bei Muslim ben Châlid el-Zingí † 179, Abd el-'azîz ben Abd el-çamad el-Mi'ammí † 187 und Abd el-'azîz ben Muhammed el-Darâwerdí † 187 lernte. Mit Schâfi'í stand er als etwa gleichaltriger auf dem Fusse, dass sie gegenseitig von einander Belehrungen annahmen; er neigte sich ganz den Lehren desselben zu und begleitete ihn auf den Rath des Ibn Hanbal, welcher in Mekka war, als Ibn 'Ojeina starb, auf seiner Reise nach Ägypten, kehrte nach Sch.'s Tode nach Mekka zurück und wurde dort Mufti und Traditionslehrer. Er äusserte einmal: Wir wollten die Rationalisten widerlegen, wussten es aber nicht recht anzufangen, bis Sch. zu uns kam und uns den Weg eröffnete. Unter seinen Schülern waren el-Bochârí, el-Dsuhlí, Abu Hâtim und Abu Zur'a, und das Urtheil eines jüngeren Zeitgenossen über ihn lautet: Ich habe keinen gesehen, welcher den Islâm und seine Bekenner besser berathen hat als er; und ein anderer sagte: Er war für die Bewohner von Higâz das, was Ahmed Ibn Hanbal für die Bewohner von 'Irâk war. Er verfasste eine Sammlung von Traditionen in elf Heften H. **12033**, welche Buchârí benutzt hat, und ist in Mekka im J. 219 (834) gestorben.

21. Abu Ja'cûb Jûsuf ben Jahjá el-Coreschí el-Buweití, d. i. aus einem der beiden gleichnamigen Orte Buweit in el-Ça'îd, hörte in Miçr die Traditionen bei dem Malikiten Abdallah Ibn Wahb † 197, setzte seine Studien unter Schâfi'i fort, als dieser im J. 198 nach Miçr kam, schloss sich ihm ganz an und wurde dessen bester und berühmtester Schüler. Sch. achtete ihn sehr und gestand ihm sogar eine grössere Gelehrsamkeit zu, als er selbst habe. Wenn Jemand zu Sch. kam um ihn in einem schwierigen Rechtsfalle um Rath zu fragen, schickte er ihn zu Buweití, und wenn er dessen Antwort erfuhr, bestätigte er sie: es ist so, wie er gesagt hat. Zuweilen schickte der Polizei-Director zu Sch. und liess ihn um die Entscheidung einer Frage bitten, dann pflegte er dem Boten zu sagen: „geh zu Abu Ja'cûb, der ist meine Zunge“,

oder: „der weiss es besser als ich". Sch. hatte ihn als seinen Nachfolger auf seinem Lehrstuhle bezeichnet, indem er sagte: Es ist keiner berechtigter darauf zu sitzen als Abu Ja'cûb und keiner von meinen Schülern ist gelehrter als er. Da Sch. in seiner letzten Krankheit seine Vorlesungen nicht mehr halten konnte, wollte Muhammed ben Abdallah ben Abd el-Ḥakam, seine Stelle dem Buweiṭí streitig machen, es kam darüber in der Moschee, in welcher die Vorlesungen gehalten wurden, zu einem Wortwechsel, Buweiṭí behauptete ein grösseres Recht darauf zu haben, der andere entgegnete, er sei dazu berechtigter. Beide wiederholten diese Äusserung, worauf Abu Bekr el-Homeidí, welcher sich damals noch in Miçr aufhielt, vortrat und sagte: Sch. hat in meiner Gegenwart selbst geäussert, es sei Niemand würdiger seinen Lehrstuhl einzunehmen als Jûsuf ben Jaḥjá, keiner von seinen Schülern sei gelehrter als er. Ihm entgegnete Ibn Abd el-Ḥakam: das lügst du! Ḥomeidí antwortete: Du lügst, dein Vater lügt und deine Mutter lügt. Zornentbrannt verliess Ibn Abd el-Hakam den Platz des Schâfi'í und ging weiterhin in einen anderen Bogengang, indem ein Gang dazwischen frei blieb, nahm dort einen Sitz zu seinen Vorlesungen ein und lehrte wieder nach dem System des Mâlik, zu welchem er sich früher bekannt hatte.

Schâfi'í hatte aber auch dem Buweiṭí vorhergesagt, er werde mit Ketten beladen im Kerker sterben; vielleicht mochte er ahnen, dass sein hervorragendster und eifrigster Schüler ein Opfer der wieder ausbrechenden Religionsstreitigkeiten werden würde. Denn seitdem die Chalifen Partei genommen und sich für die von Abu Ḥanîfa aufgestellte Lehre von der Erschaffung des Corâns erklärt hatten, war der Kampf gegen die drei anderen orthodoxen Sekten, welche an die Ewigkeit des Corâns glaubten, mit grosser Erbitterung entbrannt, und er erreichte seinen Höhepunkt, als el-Wâthik im J. 227 zur Regierung kam und die Verfolgung der Gegner befahl und die Blutbäder von Bagdad sich über die Provinzen ausdehnten. Der Ḥanefitische Câdhi von Miçr Muhammed Ibn Abul-Leith (219—235) war wegen des Ansehens, in welchem Buweiṭí stand, auf ihn neidisch und beeilte sich ihn bei el-Wâthik anzu-

klagen und dieser befahl ihm, ihn mit anderen Gefangenen gefesselt nach Bagdad zu bringen. Bei seinem Einzuge in die Stadt ritt Buweiṭí auf einem Maulesel, die Ketten reichten vom Halse bis nach den Händen, an denen eine 40 Pfund schwere eiserne Kugel hing. In der gegen ihn angestellten Untersuchung wurde von ihm verlangt, er solle sich zu der Lehre von der Erschaffung des Corâns bekennen, er weigerte sich standhaft und wurde mit seinen Ketten beladen ins Gefängniss gebracht. Sein Mitgefangener Abul-Walíd Mûsá ben Abul-Ġârûd, welcher in der anstossenden Zelle sass, versicherte, so oft er in irgend einer Stunde bei Nacht aufgewacht sei, habe er Buweiṭí eine Stelle aus dem Corân und ein Gebet sprechen hören. Jeden Freitag wusch er sich, reinigte seine Kleider und zog sich sauber an, und wenn der Ausrufer zum Gebet in die Moschee rief, ging er nach der Thür des Gefängnisses; der Wärter fragte: wohin? er antwortete: ich wollte dem Rufe Gottes folgen; aber der Wärter engegnete: kehre zurück und sprich: Gott sei gelobt. Dann sprach Buweiṭí: o Gott! ich wollte deinem Rufe folgen, aber man hält mich zurück. — Er schrieb noch aus dem Gefängnisse an el-Rabí', empfahl ihm die Schüler aus seinem Zuhörerkreise und bat ihn, Geduld mit ihnen zu haben. Er starb in Ketten und Banden an einem Freitag im Monat Raǵab 231 (März 845). Seine hervorragendsten Schüler waren el-Rabí' ben Soleimân und Abu Ismâ'íl el-Tirmidsí. Er sammelte in 15 Bänden unter dem Titel *Kitâb el-amm Liber Propositi* die Lehren und Ansichten des Schâfi'í, vergl. S. 45. Das Buch *De jure hereditario* ist aus den Vorlesungen des Sch. entstanden, **8967**; das *Compendium juris Buweiṭii* **11605** ist ein von Schâfi'í für Buweiṭí geschriebenes Buch, und das *Oblectamentum delicatum de grammatica* **1369** ist sicher von einem viel späteren Buweiṭí.

22. Abu Zakaríjâ Jaḥjá ben Ma'ín el-Murrí el-Nikjâí, aus der Arabischen Familie Murra vom Stamme Gaṭafân aus Nikjâ einem Dorfe bei el-Anbâr im Gebiete von Bagdad, wird von Dârakuṭní unter denen genannt, welche von Schâfi'í Traditionen hörten und überlieferten, die anderen Classenbücher erwähnen ihn nicht. Sein Vater war Sekretär

des Abdallah ben Mâlik, welcher im J. 192 als Anführer eines Corps von 10000 Mann einen Streifzug gegen die Aufrührer in Adserbeigân machte; nach anderen war er Steuerheber in el-Rei und hinterliess seinem Sohne Jaḥjá ein Vermögen von 1,050000 Dirhem (über 400,000 Mark), welche dieser zu Zwecken der Tradition verwandte, bis er zuletzt nicht mehr soviel besass, um sich Schuhe anzuschaffen. Er konnte sich rühmen 600,000 Traditionen eigenhändig geschrieben zu haben, welche er auf weiten Reisen von den besten Kennern gehört hatte, von denen *Nawawí* S. 628 48 namentlich aufführt, darunter Jaḥjá ben Sa'îd el-Caṭṭân el-Baçrí, welcher zuerst in seinen Vorträgen zu Bagdad an den Traditionen die Kritik übte und dessen Lehren über die glaubwürdigen und unzuverlässigen Überlieferer Ibn Ma'în weiter verfolgte und verbreitete, *H. Ch.* II. p. 591. Ahmed ben Ḥanbal äusserte sich über ihn: eine Tradition, welche Jaḥjá nicht kennt, ist keine Tradition. Er hinterliess 114 Kapseln und 4 Körbe voll Bücher. Als seine Schüler nennt *Nawawí* auch 21 der berühmtesten Gelehrten seiner und der folgenden Zeit, darunter Muhammed Ibn Sa'd Secretär des Wâkidí, Aḥmed Ibn Ḥanbal und dessen Sohn Abdallah, el-Bochârí, Muhammed ben Jaḥjá el-Dsuhlí, Muslim und Abu Dâwûd. Jaḥjá machte öfter die Wallfahrt, jedesmal hin und her über Medina, zum letzten Male im J. 233; auf der Rückreise verweilte er in Medina drei Tage und brach dann mit seinen Begleitern am folgenden Morgen auf bis zur nächsten Station, wo sie übernachteten. Er hatte hier einen Traum, wie wenn jemand ihm zuflüsterte: „o Abu Zakarîjà! verschmähst du meine Nachbarschaft?“ Am Morgen sagte er zu seinen Gefährten: setzt eure Reise fort, ich kehre nach Medina (zum Grabe des Propheten) zurück. So geschah es und drei Tage nach seiner Ankunft in Medina starb er 77 Jahr alt; über den Tag sind die Angaben verschieden, das Wahrscheinlichste ist, dass es am 22. Dsul-Ḥigga 233 (28. Juli 848) war. Seine Leiche wurde auf der Bahre des Propheten gewaschen und auf ihr nach dem Todtenhofe el-Bakî' getragen; das Gefolge war unzählig und es wurde dabei ausgerufen: dies ist die Leiche des Jaḥjá ben Ma'în, welcher die falschen Nachrichten von dem Propheten zurückgewiesen hat. — Ein Heft

seiner Vorträge wurde von seinem Schüler Abu Abdallah Muhammed ben el-Ḥasan el-Çûfí herausgegeben. H. 4048.

23. Abu 'Alí Abd el-'azîz ben 'Imrân ben Ajjûb Ibn Miklâç, ein Freigelassener aus dem in Ägypten eingewanderten Arabischen Stamme Chuzâ'a, war ein vorzüglicher, zuverlässiger Rechtsgelehrter und gehörte zu den älteren Malikiten in Miçr, als aber Schâfi'í dahin kam, schloss er sich diesem an und gab seine Entscheidungen nach dessen Lehre. Er überlieferte die Ansichten und Aussprüche desselben über mehrere wichtige Fragen und starb im Rabí' II. 234 (Nov. 848).

24. Abu Ḥafç (auch Abu Abdallah, nicht Abu Ga'far) Ḥarmala ben Jaḥjá ben Abdallah ben Ḥarmala ben 'Imrân ben Curâd wurde im J. 166 (782) in Miçr geboren. Der Urahn Curâd el-Tugíbí el-Zomeilí d. i. von dem Arabischen Stamme Tugíb, der sich in Ägypten niedergelassen hatte, aus der Familie Zomeil, war Sklav gewesen und von Salama ben Machrama freigelassen und sein Enkel Abu Ḥafç Ḥarmala ben 'Imrân überlieferte Traditionen von Abd el-rahman ben Schammâsa († nach 100) nach 'Âïscha der Frau des Propheten und nach 'Amr ben el-'Âçi dem Eroberer Ägyptens. — Ḥarmala ben Jaḥjá ist unter den Schülern des Schâfi'í derjenige, welcher seiner Lehre am meisten gefolgt ist und von ihm den grössten Nutzen gehabt hat, und doch stellte er für sich ein eigenes Lehrsystem auf und war ein Anhänger des *wagh*. Vielleicht war dies der Grund, wesshalb er sich mit seinem Freunde Aḥmed ben Çâliḥ gen. Ibn el-Ḥandhalí († 248) überwarf und von ihm so heftig angegriffen wurde. Gleichwohl gilt Ḥarmala für einen der hervorragendsten Gelehrten unter den Schâfi'íten in der Jurisprudenz und Tradition, welcher sich darin noch die Kenntnisse seines Vaters Jaḥjá, des Abdallah ben Wahb † 197, des Malikiten Jaḥjá ben Abdallah Ibn Bokeir † 231 u. A. erworben hatte. Unter seinen Schülern zeichneten sich aus Ibn Mâga, Bakí ben Machlad aus Corduba † 276, 'Obeidallah Abu Zur'a der ältere † 264 und Abu Ḥâtim Muhammed el-Ḥandhali † 275 beide aus el-Rei, el-Ḥasan ben Sufjân in Chorâsân † 303 und vor allen Muslim ben el-Ḥaggâg † 261, dessen häufige Anführung der von Ḥarmala gehörten Traditionen allein schon

hinreichen würde, um seine grosse Bedeutung zu erweisen. Er starb Donnerstag d. 21. Schawwâl 243 (11. Febr. 858). Aus seinem grossen Werke *Liber amplus de partibus juris Schâfi'itici derivatis* in etwa 30 Bänden H. 11330 machte er ein *Compendium* 11621.

25. Abu Abdallah Ahmed ben 'Îsá ben Hasan el-Miçrí gen. Bahschal el-'Askarí, bekannt als el-Tustarí, weil er nach Tustar Handel trieb, überlieferte von Ibn Wahb und el-Mufaddhal ben Fudhâla Traditionen an el-Bochârí, Muslim und Ibn Mâga und starb im J. 243 (858).

26. Abu Abdallah Ahmed ben Jahjá ben el-Wezîr ben Suleimân el-Tugîbí el-Miçri ein Schüler des Ibn Wahb und Lehrer des Abu Abd el-rahman Ahmed el-Nasâí († 300), welcher ihn in den Traditionen für zuverlässig erklärt, war auch ein guter Jurist und in den Gedichten und schönen Wissenschaften, sowie in der Geschichte und den Schlachttagen bewandert; er starb im Schawwâl 250 (Nov. 864).

27. Abu Tâhir Ahmed ben 'Amr ben Abdallah Ibn el-Sarh el-Omawí, ein Freigelassener der Familie der Omeijaden in Ägypten, Traditions- und Rechtsgelehrter, hörte die Traditionen von Ibn 'Ojeina † 198, Ibn Wahb † 197, Wakí' ben el-Garrâh ben Moleih el-Ruwâsí † 196, Ajjûb ben Sufjân und el-Walîd ben Muslim † 194, und überlieferte sie an die vier Sammler Muslim ben el-Haggâg, Abu Dâwûd, el-Nasâí und Ibn Mâga, sowie an Bakî ben Machlad † 276, Zakarîjâ ben Jahjá el-Sâgí † 307 und die beiden aus el-Rei Abu Zur'a und Abu Hâtim. Er wird allgemein für ganz zuverlässig in seinen Überlieferungen gehalten, auch von den Malikiten, zu welchen ihn Burhân ed-dîn Ibrâhîm Ibn Farhûn † 799 in seinem Classenbuche rechnet. Er starb Montag d. 15. Dsul-Ca'da 250 (20. Dec. 864). — Auch sein Sohn Omar und sein Enkel Abdallah el-Sarhí sind als gute Traditionisten bekannt.

28. Abu Muhammed el-Rabî' ben Soleimân ben Dâwûd el-Azdí el-Gîzí, als Gîza am Nil, Miçr gegenüber, wird als einer der besten unmittelbaren Schüler des Schâfi'í bezeichnet, hat aber nur weniges von ihm überliefert, indem er sich viel häufiger auf Ibn Wahb, Asad ben

Mûsá † 212 und Abdallah ben Abd el-ḥakam bezog. Es werden von ihm zwei Äusserungen des Sch. angeführt: „das öffentliche Vorlesen des Corâns mit falscher Aussprache ist verhasst"; und „das Haar lässt durch das Gerben eine bunte (schwarz-weisse) Farbe durchscheinen." Abu Dâwûd und el-Nasâí haben in ihre Sammelwerke Traditionen von ihm aufgenommen. Er starb in el-Gîza im Dsul-Ḥigga 256 (Nov. 870).

29. Abu Abdallah Ḥosein ben Abd el-salâm el-Miçri gen. el-Gamal „das Camel", ein Anhänger des Sch. und bekannter Dichter starb 259 (873).

30. Abu Ibrâhîm Ismâ'îl ben Jaḥjá ben Ismâ'îl el-Mození, d. i. aus dem Arabischen Stamme Mozeina, wurde im J. 175 (794) in Miçr geboren, lebte sehr zurückgezogen und enthaltsam nur den Wissenschaften, in Glaubenssachen nach Analogien urtheilend, vertieft in scharfsinnige Betrachtungen, bis Schâfi'í nach Miçr kam. Er nahm dessen Lehre an, entschied danach die Fragen im öffentlichen Leben, und wurde der bedeutendste seiner Schüler, sodass Sch. selbst von ihm sagte: el-Mození ist der Vorkämpfer für meine Lehre, und wenn er mit dem Teufel stritte, würde er ihn zum Schweigen bringen. Er unterrichtete den Sohn seiner Schwester, Abu Ga'far Aḥmed ben Muhammed el-Ṭaḥâwí, geb. 239, gest. 321, der indess keine besonderen Fortschritte machte, und als er eines Tages lesen musste, sagte el-Mození: aus dir ist doch nichts herauszubringen. Aus Ärger ging Aḥmed fort und begab sich zu dem Ḥanefiten Abu Ga'far Ibn Abu 'Imrân Mûsá († 258); er nahm bei ihm Unterricht und wurde ein berühmter Ḥanefit. Auf die Frage, wesshalb er seinen Onkel verlassen habe, antwortete er, weil ich bemerkte, dass mein Onkel beständig in die Bücher des Abu Ḥanîfa sah.

Als Bakkâr ben Coteiba, welcher Ḥanefit war, im J. 246 von Bagdad als Câdhi nach Miçr versetzt wurde, wartete er lange vergebens darauf mit el-Mození zusammen zu kommen; sie trafen sich endlich bei einem Leichenbegängniss und Bakkâr gab einem von seinen Begleitern den Auftrag dem Mození eine Frage vorzulegen, um ihn einmal

reden zu hören. Er fragte ihn also, was er über den aus Trauben bereiteten Liqueur *Nabids* dächte, ob er erlaubt sei oder nicht, da es darüber sich widersprechende Traditionen gäbe und sie, die Schâfi'íten ihn für verboten hielten. Mození antwortete: Keiner der früheren Gelehrten hat die Ansicht gehabt, dass der Liqueur im Heidenthume verboten gewesen und danach erlaubt sei, und es bestand die Meinung allgemein, dass er erlaubt sei; dies spricht aber grade für die Richtigkeit der Tradition, wonach er verboten ist. Diese Erklärung gefiel Bakkâr und sie ist auch der durchschlagendste Beweis dafür. — el-Mození war äusserst mässig und sehr vorsichtig; er trank z. B. zu jeder Jahreszeit nur aus einem Metall-Kruge, und um den Grund gefragt, antwortete er: ich habe erfahren, dass bei der Verfertigung von irdenen Krügen Schmutz hineinkomme, welcher durch Feuer nicht gereinigt werde. Oder: er vermied es aus den Wasserbehältern des Ibn Ṭûlûn sich zu waschen oder daraus zu trinken, weil Unrath hineingethan würde, welcher durch Feuer nicht gereinigt werde[1]).

Wenn er das Gebet in der Moschee versäumt hatte, betete er für sich allein 25 Gebete, um der Wohlthat des Gebetes mit der Gemeinde theilhaftig zu werden, indem er sich auf den Ausspruch des Propheten stützte: ein Gebet mit der Gemeinde ist 25mal besser als das Gebet eines einzelnen von euch für sich allein. — Jûsuf ben Abd el-raḥman el-Cummí erzählt: Ich begleitete el-Mození in einer Winternacht in die Moschee; er hatte trübe Augen und ging desshalb hin und wusch sie noch einmal, dann kehrte er zurück und fing an zu beten. Allein er wurde müde, stand auf und wusch sie von neuem, und dies that er 27mal; indess wusch er sich nicht aus dem Wasserbehälter des Aḥmed ben Ṭûlûn, sondern er verliess die Moschee und ging an den Nil, das ist ein weiter Weg, und kam von dort zurück. — Wenn er dem Ibn Abd el-ḥakam begegnete mit seinem Gefolge von Câdhis den Turban auf dem Kopfe, blieb er stehen und sprach (Sure 25, 22): „Und wir haben einige von euch für andere zur Prüfung eingesetzt; werdet ihr stand-

1) Vergl. unten bei Muḥammed ben Abdallah ben Abd el-Ḥakam (34).

haft sein?" Dann hob er den Kopf in die Höhe und sagte: ja unser Herr ist ein Helfer! ja unser Herr ist ein Helfer[1]). Er wusch die Todten aus Demuth und um sich die Gnade Gottes zu erwerben, und pflegte zu sagen: ich thue dies, um mein Herz mitleidig zu machen; so übernahm er es auch, die Leiche des Schâfi'í zu waschen, wobei ihm el-Rabí' el-Murâdí behülflich war. Dass er im hohen Alter geistesschwach wurde, wird man schon für wahr halten, auch ohne an eine Vorhersagung des Schâfi'í zu glauben: es wird eine Zeit kommen, wo er nichts mehr erklären kann und sich irren wird. Er starb im J. 264 Mittwochen (?) d. letzten Rabí' I. (10. Dec. 877) oder d. 24. Ramadhân (31. Mai 878), und wurde am andern Morgen, nachdem el-Rabí' el-Murâdi ihm die Leichenrede gehalten hatte, nahe bei dem Imâm el-Schâfi'í am kleinen Carâfa Berge an der Seite des Mucaṭṭam begraben.

So berühmt er als juristischer Schriftsteller geworden, so wenig ist bei den Biographen von seiner Traditionskenntniss die Rede; nicht nur dass er in Sujûṭi-Dsahabis Classen der Traditionisten keinen eigenen Artikel hat, sondern er wird darin überhaupt nur an einer einzigen Stelle erwähnt in einem Gespräch mit Ibn Chozeima. Indess wird von anderer Seite angegeben, dass er von der Sammlung des Schâfi'í *Fulcrum* eine besondere Ausgabe veranstaltet und auch etwa 1000 Traditionen aus dem Gedächtniss aufgeschrieben und herausgegeben habe und ausser Abu Ǵa'far el-Ṭaḥâwí und Abu Bekr Ibn Chozeima auch Aḥmed ben Mûsá ben Ḥosein el-Çâbûní, Abd el-raḥman ben Abul-Dâri und Aḥmed ben Abd el-raḥman el-Ǵârûd von ihm Traditionen überlieferten. Von seinen eigenen Schriften ist 1) das *Compendium juris parvum* für die Schâfi'íten zu allen Zeiten die Grundlage geblieben, nach allen Seiten verbreitet und von vielen Commentatoren erläutert, von denen *H. Ch.* 11628 sechzehn namhaft macht. So oft Mození einen Paragraphen beendigt und in sein Buch eingetragen hatte, ging er in die Moschee, stellte sich vor die Kanzel und betete in zwei Verbeugungen aus Dank gegen Gott. Er machte davon eine erweiterte Ausgabe *Compendium*

1) نصير vielleicht absichtlich anstatt بصير im Corân: dein Herr ist allsehend.

magnum und es scheint, als wenn beide auch *Corpus (juris) magnum* und *parvum* genannt wurden, da die Biographen auch diesen Titel haben, welcher bei *H. Ch.* nicht vorkommt, die grössere Ausgabe ist aber nicht so beliebt geworden und unbeachtet geblieben. — 2) *Desiderium eruditionis.* 2934. — 3) *De documentis publicis.* — 4) كتاب العقارب *Liber Scorpionum*, so betitelt, weil darin 40 von Mození zuerst aufgeworfene spitzfindige Fragen kurz behandelt waren; sie wurden von ihm durch Abu Ishâk Ibrâhîm el-Anmâṭí aus Nîsâpûr † 303 überliefert. **10315.** — 5) الوثايق *Pacta firma* in vier Capiteln: über Kauf und Verkauf, Verpachtung, Schenkung und Vermächtniss, Brachland. **14174.** — 6) المسايل المعتبرة *Quaestiones cum cura consideratae*, der Titel kommt bei *H. Ch.* nicht vor und ist vielleicht aus dem ohne Erklärung unverständlichen العقارب entstanden, indem anstatt dieses einen auch zwei Titel والمسائل والمعتبر vorkommen. — Er soll auch ein Lehrbuch nach seinen eigenen, nicht nach Schâfi'ís Ansichten geschrieben haben, wie el-Bandanígí sagt; wenn dies der Fall ist, so kann dies nur einzelne Nebenpunkte betreffen, denn in den Grundsätzen ist er nicht wie andere von Schâfi'í abgewichen.

Die Schwester des Mození besuchte ebenfalls die Vorträge des Schâfi'í und von ihr hat el-Râfi'í einen besonderen Ausspruch desselben angeführt; ihr Sohn war der oben genannte Ahmed el-Ṭahâwí † 321. el-Mození sah es nicht gern, dass ihr Name genannt wurde.

31. Abu Mûsá Jûnus ben Abd el-a'lá ben Meisara ben Hafç ben Hajjân el-Ça'defí, zu der in Ägypten eingewanderten Familie Çadif vom Stamme Himjar gerechnet, wiewohl er nicht zu ihr gehörte, geb. im Dsul-Higga 170 (Juni 787), erhielt den Unterricht im Corânlesen von Warsch[1]), Siklâb ben Schonein † 191 und Mu'allá ben Dihja.

---

1) Warsch ist ein Beiname des Abu Sa'íd 'Othman ben Sa'íd von Coptischer Abkunft geb. 110 oder 115, gest. 197 (nicht 167, mit Zahlzeichen ١٩٧ aus ١٦٧ verschrieben). Er war zu seiner Zeit der beste Kenner des Arabischen in Ägypten, welches er von Nâfi' ben Abd el-rahman, einem der berühmten sieben Coranleser in Medina († 159 oder 169) gelernt hatte. Von diesem erhielt er wegen seiner auffallend weissen Farbe den Beinamen Warsch d. i. ein Gericht von Milch, oder

Die Traditionen hörte er bei Sufjân Ibn 'Ojeina, Abdallah ben Wahb, Anas ben 'Ijâdh † 201, Ismâ'îl ben Abu Fudeik, el-Walîd ben Muslim † 194, Muhammed ben 'Obeid el-Ṭanâfisí † 204 und Aschhab ben Abd el-'azîz † 204. Der letztere blieb Malikit und wurde wegen seiner Unentschlossenheit von Schâfi'í getadelt, sonst aber von ihm für den besten Juristen in Ägypten erklärt. Über Jûnus urtheilte Schâfi'í, dass er der scharfsinnigste Mann sei, den er in Miçr gesehen habe, und er wird allgemein als der zuverlässigste Überlieferer der neueren Ansichten des Sch. anerkannt und eine der Säulen des Islâm genannt. Im Corânlesen waren seine Schüler Mawwâs ben Sahl, Osâma ben Aḥmed, Muhammed ben el-Rabí', Muhammed Ibn Chozeima † 307 und der berühmte Geschichtschreiber Muhammed el-Ṭabarí † 310; die Traditionen überlieferten von ihm drei von den Verfassern der grossen Sammlungen: Muslim ben el-Ḥaggâg, welcher von ihm sehr viel aufgenommen hat, † 261, Aḥmed el-Nasâí † 303 und Muhammed Ibn Mâga † 273; ferner sein Sohn Abd el-raḥman, Abu Zur'a 'Obeidallah el-Râzí † 264 und Abu Ḥâtim Muhammed el-Râzí † 277. Jûnus bezog aus der Staatskasse den Gehalt von einer Stiftung und wohnte in der Çadif-Strasse in einem Hause, an welchem noch zur Zeit des Ibn Challikân sein Name mit der Jahreszahl 215 zu lesen war. Er starb Dienstag d. 27. Rabí' II. 264 (6. Jan. 878) in Miçr und wurde in den Gräbern der Çadif am Carâfa beerdigt, wo sein Grab bekannt ist.

32. Abu Abdallah Aḥmed ben Abd el-raḥman Ibn Wahb el-Coreschí el-Miçrí gen. Baḥschal überlieferte Traditionen von seinem Oheim Abdallah Ibn Wahb und Schâfi'í an Muslim und Ibn Chozeima, wird aber von mehreren nicht für recht glaubwürdig gehalten, † 264 (878).

33. Abu Abdallah Baḥr ben Naçr ben Schâbik el-Chaukâní el-Miçrí geb. 180 (796) oder 181, † im Scha'bân 267 (März 881). Er gab die Schrift des Schâfi'i *Refutatio Ibn 'Oleijae* († 218) heraus.

---

abgekürzt aus Waraschân, eine Taube. Auch Siklâb und Mu'allá waren Schüler des Nâfi'.

34. Abu Muhammed Abdallah Ibn Abd el-Hakam ben A'jan im J. 150 (767) in Miçr geboren, hörte dort die Traditionen bei Abdallah ben Lahî'a † 174 und el-Leith ben Sa'd † 175 und in Medina die grosse Sammlung derselben *el-Muwaṭṭa* bei dem Verfasser Imâm Mâlik ben Anas † 179, dessen Lehrsystem er annahm, und war bei der Ankunft des Schâfi'i in Miçr einer der angesehensten Malikiten. Er kam Sch. freundlich entgegen und da er ein wohlhabender, begüterter Mann war, überreichte er ihm von sich und seinen Freunden ein ansehnliches Geschenk. Er wurde für die Lehre des Sch. sehr eingenommen, scheute sich nur sich öffentlich dazu zu bekennen und liess es zu, dass er nach dem Tode des Oberhauptes der Malikiten Aschhab ben Abd el-'azîz im J. 204 zu dessen Nachfolger gewählt wurde. Er wurde der berühmteste Jurist seiner Zeit in Ägypten, indess seine Hinneigung zu Sch. liess nicht nach, er pflichtete ihm in vielen Stücken bei, was er auch in dem Rathe, welchen er seinem Sohne Muhammed gab, deutlich genug aussprach. Er schrieb einige juristische und andere Bücher, starb im Ramadhân 214 (Nov. 829) oder 215 und wurde neben Schâfi'í begraben; auf seiner anderen Seite ruht sein zweiter Sohn Abul-Câsim Abd el-rahman Ibn Abd el-Hakam, der Verfasser der *Expugnatio Aegypti et Magribi* † 257. Vergl. die Geschichtschreiber d. Ar. Nr. 63.

Der älteste Sohn Abu Othmân Abd el-Hakam ben Abdallah ben Abd el-Hakam war in dem Streite über die Erschaffung des Corâns im J. 237 aufgegriffen und wurde, um ihn zum Bekenntniss zu bringen, so lange mit Schwefel beräuchert, bis er erstickte. — Von einem anderen Sohne ist weiter nichts als der Name Sa'd bekannt und dass Abu 'Awâna Ja'cûb die Traditionen bei ihm hörte.

Der jüngste Sohn Abu Abdallah Muhammed ben Abdallah Ibn Abd el-hakam ben A'jan el-Miçrí geb. 182 (799) war von seinem Vater, von Aschhab ben Abd el-'azîz und Abdallah ben Wahb in den Grundsätzen des Mâlik unterrichtet, kam dann aber ebenso wie el-Mození und andere an die Thür von Schâfi'is Hörsaal, behorchte seine Vorträge und fand Gefallen daran. Sch. hatte dies bemerkt und eines Tages, als Ibn Abd el-hakam die Versammlung verliess und davon ritt,

sah ihm Sch. nach, bis er seinem Blicke entschwand, und sagte dann: wenn ich einen Sohn hätte wie diesen, wollte ich gerne 1000 Dinare schuldig sein ohne die Möglichkeit sie bezahlen zu können. Diese öfteren Besuche blieben anderen Malikiten nicht unbekannt, sie gingen zu seinem Vater und verklagten ihn, dass er abtrünnig würde. Der Vater suchte sie zu beruhigen, indem er sagte: er ist noch jung, will noch lernen und die verschiedenen Meinungen prüfen; ins Geheim sagte er indess zu seinem Sohne: halte dich nur zu diesem Manne, lieber Sohn, denn wenn du nach auswärts kommst und dich bei einer Frage auf Aschhab berufst, wird man fragen: wer ist Aschhab? Er fuhr also fort, Schâfi'i zu besuchen und ging dann nach Bagdad. In einer Versammlung von Gelehrten bei dem Câdhi wollte dieser über eine Frage seine Meinung äussern und er begann, wie er gewohnt war: „Aschhab berichtet von Mâlik", — da unterbrach ihn der Câdhi, indem er sich an seine Gäste wandte mit der Frage: wer ist Aschhab? und einer von ihnen antwortete, indem er sich dumm stellte: ich kenne weder einen Aschhab (d. i. Braun), noch einen Ablak (d. i. Grau).

Ibn Abd el-ḥakam kam als entschiedener Schâfi'it nach Miçr zurück, besuchte noch die Vorträge des Schâfi'í und machte sich Hoffnung nach dem Tode desselben (im J. 204) an seine Stelle zu kommen. Aus Ärger, dass ihm Buweiṭí den Rang ablief (s. oben), trat er wieder zu den Malikiten über und wurde einer der angesehensten unter ihnen; besonders aus Magrib und Spanien reisten die jungen Leute nach Miçr um ihn zu hören, und er wird nur desshalb zu den Schâfi'iten gerechnet, weil er über gewisse Fragen die Lehre des Schâfi'í, welche auch andere Malikiten als richtig anerkannten, überliefert, bei Entscheidungen von Rechtsfällen angewandt und in Schriften durch Schâfi'is Beweise begründet hat.

In dem Streite über die Erschaffung des Corâns wurde er nach Bagdad geholt und von dem Câdhi Ahmed ben Abu Duâd ins Verhör genommen und da er sich auf seine Rechtgläubigkeit nach der Sunna berief, durfte er frei nach Ägypten zurückkehren. — Ahmed ben Ṭûlûn, welcher im J. 254 als Statthalter dahin kam, liess einen Canal aus dem Nil ableiten, welcher im J. 266 vollendet wurde, allein die Leute wollten

das Wasser daraus nicht benutzen, weil die darauf verwendete Summe Geldes, 120,000 Dinare, nicht auf rechtmässige Weise erworben sei. Einstmals wurde Ibn Abd el-hakam bei Nacht durch einen Boten zu Ibn Ṭûlûn nach dem Canal abgeholt, er glaubte nicht anders, als dass er in den Tod gehe, entnahm indess aus dem Gespräche mit dem Boten, dass es sich um den Canal handle. Als er den Statthalter am Canal traf, begrüsste er ihn und bat um Erlaubniss zunächst einen Trunk Wasser nehmen zu dürfen, da er durch die Eile des Boten ganz erschöpft sei. Ein Diener reichte ihm einen Becher voll, er aber wünschte, selbst aus dem Canale schöpfen zu dürfen, und trank soviel, dass er fast geplatzt wäre, und lobte noch die Klarheit und den angenehmen Geschmack des Wassers. Ibn Ṭûlûn, welcher seine Freude darüber hatte, liess ihn nicht nur frei, sondern sandte ihm auch noch ein ansehnliches Geschenk. Ibn Abd el-hakam starb Mittwoch d. 15. Dsul-Ca'da 268 (6. Juni 882). — Seine Traditions-Sammlung trägt das Gepräge der Lehren des Schâfi'í.

35. Abu Muhammed el-Rabí' ben Soleimân ben Abd el-gabbâr ben Kâmil el-Murâdí, Freigelassener aus dem Stamme Murâd, geb. im J. 174 (790) in Miçr, ein Milchbruder des Mození, erhielt den ersten Unterricht in den Traditionen von Asad ben Mûsá el-Coreschí † 212, Ajjûb ben Suweid el-Ramlí, Scho'eib ben el-Leith, Abdallah ben Jûsuf el-Tinnîsí † 218, welche grösstentheils Anhänger des Mâlik waren, und wurde Gebetausrufer an der Moschee in dem Stadttheile el-Fusṭâṭ. Er schloss sich dann an el-Schâfi'i, versah bei ihm die Stelle eines Hausdieners und wurde einer seiner berühmtesten Schüler und Verbreiter seiner Lehre, indem er fast alle neueren in Ägypten entstandenen Bücher desselben sorgältig nachschrieb, herausgab und danach lehrte; el-Schâfi'í selbst sagte: keiner hat mir solche Dienste geleistet wie el-Rabí', und wenn ich ihn mit der Gelehrsamkeit futtern könnte, würde ich es thun; und Abu Bekr el-Beihakí schliesst seine Lebensbeschreibung des Schâfi'í mit den Worten: el-Murâdí ist der treueste und festeste Überlieferer der neueren Schriften des Schâfi'í, und wo ihm etwa Blätter aus seinen Büchern abhanden gekommen waren, setzte er gewissenhaft hinzu: es

sagt el-Schâfi'í, oder es sagt el-Buweiṭí von el-Schâfi'í, während el-Buweiṭí offen anerkannte, el-Rabí' sei in der Lehre des Sch. fester als er. Wo nun in den nachfolgenden Lehrbüchern mit dem blossen Namen auf el-Rabí' Bezug genommen wird, da ist dieser el-Murâdí gemeint, während bei el-Rabí' el-Gízí immer dieser Zusatz gemacht wird.

Im J. 240 war er auf der Wallfahrt in Mekka mit Abu 'Alí el-Ḥasan el-Za'farâní aus Bagdad zusammen getroffen und hatte zu ihm gesagt: Du im Osten und ich im Westen, so wollen wir die Lehre des Schâfi'i und seine Bücher verbreiten.

Der Statthalter Aḥmed ben Ṭûlûn liess in der von ihm in den Jahren 262 bis 266 erbauten Moschee für el-Rabí' einen eigenen Lehrstuhl einrichten, wo er die Traditionen vortrug, und er ist der erste, welcher als öffentlicher Lehrer einen festen Jahresgehalt erhielt. Der Zudrang zu seinen Vorlesungen war so gross, dass Muhammed ben Aḥmed ben Sufjân el-Ṭarâïfí d. i. der Holzschnitzer aus Bagdad erzählt, er habe 900 Camele an der Thür des Rabí' lagern sehen, deren Herren die Bücher des Sch. hören wollten.

el-Rabí' war klüger als el-Mození in den Traditionen, dieser aber viel klüger als jener im juristischen Fach. Aus allen grossen Städten der Erde reisten die Leute herbei, um von el-Rabí' die Lehren des Schâfi'i und die Überlieferung seiner Bücher zu hören, und unter seinen Schülern sind die ausgezeichnetsten die drei Verfasser der grossen Traditions-Sammlungen Ibn Mâga, Abu Dâwûd und el-Nasâí und der vierte el-Tirmidsí durch Diplom, die drei Gelehrten aus el-Rai Abu Zur'a, Abu Ḥâtim und dessen Sohn Abd el-raḥman Ibn Abu Ḥâtim † 317, Jaḥja ben Çâ'id aus Bagdad † 318, Aḥmed ben Abdallah Ibn Seif † 316, Muhammed ben Ḥamdân el-Ṭarâïfí, Jaḥja el-Sâgí aus Baçra † 307, Aḥmed el-Ṭaḥâwí † 321, Abu No'aim Abd el-malik el-Gurgâní † 322, u. A. Zwei Aussprüche des Schâfi'í werden besonders hervorgehoben, welche el-Rabí' von ihm überliefert hat, einmal: „Es ist niemand gestattet den Vornamen Abul-Câsim (so wird der Prophet genannt) zu führen, gleichviel ob er Muhammed heisst oder nicht"; und dies ist das richtige, wenn schon el-Râfi'í der entgegengesetzten Meinung ist.

Zweitens: Beim Essen sind nach dem Gesetz, der Sunna und dem Anstande je vier Dinge zu beachten: nach dem Gesetz: das Waschen der Hände, der Schüssel, des Messers und des Schöpfgefässes; nach der Lehre der Sunna: das Sitzen auf dem linken Fusse, das Kleinkauen, das richtige Schlucken und das Ablecken der Finger; und nach den Regeln des Anstandes: dass du deine Hand nicht nach den Speisen ausstreckst, bis es ein Älterer als du gethan hat, dass du von dem issest, was dir zunächst steht, dass du den anderen wenig ins Gesicht siehst und dass du wenig sprichst.

el-Rabí' sammelte das, was er von Sch. über die Fundamente der Jurisprudenz hörte und gab es unter dem Titel *el-Mabsût Liber facilis intellectu* heraus. Er starb Montag d. 19. Schawwâl 270 (20. April 884) in Miçr, Chumâraweih, welcher einen Monat nachher zur Regierung kam, hielt ihm die Leichenrede, und er wurde am Carâfa Berge auf der Nordseite der Fokkâ'í Moschee beerdigt; das Grab erhielt eine Einfassung und am Kopfende eine Marmorplatte mit seinem Namen und dem Todesjahre. Er wird gewöhnlich als der zuletzt verstorbene Schüler des Schâfi'í bezeichnet, indess nennen Isnawí, Subkí und Sujûtí noch einen, welcher einige Monate später starb, nämlich

36. Abu Hanífa Cahzam ben Abdallah ben Cahzam el-Uswâní d. i. aus Syene, von Coptischer Herkunft, Freigelassener des Stammes Chaulân, einer der besten Schüler des Schâfi'í, war viele Jahre in seiner Vaterstadt Richter und starb dort im Gumâdá I. 271 (Oct. 884).

Hierzu kommen noch einige, deren Todesjahr nicht bekannt ist.

37. Ibrâhím ben Muhammed ben Harim überlieferte eine Erklärung des Schâfi'i zu Sure 83, 15.

38. Abu Ga'far Ahmed Ibn Abu Soreig el-Çabbâh el-Sahlí el-Râzí, Zuhörer des Schâfi'í, welchen el-Bochârí anführt.

39. Abu Abd el-rahman Ahmed ben Jahjá ben Abd el-'azíz el-Bagdadí einer der älteren Schüler des Sch. in Bagdad, welcher sich aber in seinen dogmatischen Ansichten, wie in der Lehre von der Erschaffung

des Corâns, jedoch nicht in den juristischen Lehrsätzen an Ibn Abu Duwâd († 240) anschloss; er wird nicht für recht glaubhaft in seinen Überlieferungen gehalten.

40. Abu Abdallah Ahmed ben Muhammed ben Gabala el-Çeirafí d. i. der Geldwechsler el-Bagdadí hörte bei Schâfi'í und anderen.

41. el-Hosein el-Callâs ein Traditionskundiger, welcher die Lehre des Sch. fest im Gedächtniss hatte.

42. Abd el-'azíz ben Jahjá ben Abd el-'azíz ben Muslim el-Kinâní überlieferte Traditionen von Schâfi'í und Sufjân Ibn 'Ojeina.

III. Die Anhänger des Schâfi'í bis zum Jahre 300 d. H.

43. Abu Muhammed Abdallah ben Sa'íd el-Cattân d. i. der Händler mit Baumwollenzeug, gen. Ibn Kullâb, Anhänger der Sunna und einer der älteren Scholastiker, dessen Ansichten Abul-Hasan el-Asch'arí folgte, schrieb mehrere Bücher über die Einheit Gottes und seine Eigenschaften, *Chalk el-af'âl Creatio verborum* und *Refutatio Mu'tazilitarum*. Er soll den Namen Ibn Kullâb „Zange" davon erhalten haben, weil er die Leute, wenn er mit Jemand disputirte, nach sich zog, wie die Zange etwas nach sich zieht. Er neigte sehr zum Christenthum und soll dem Guneid († 298) verfängliche Fragen über die Einheit Gottes vorgelegt haben. Er starb nach dem J. 240. Im *Fihrist* I. 180 heisst er Abdallah ben Muhammed Ibn Kullâb.

44. Abu Abdallah Muhammed ben Ismâ'íl ben Ibrâhím ben el-Mugíra ben Berdizbeh (oder Jerdsibeh od. Jerdezbeh, was im Bocharischen „Sämann" bedeuten soll), el-Bochârí wurde nach dem öffentlichen Gebete Freitag d. 13. Schawwâl 194 (21. Juli 810) in Bochârâ geboren. Nachdem der Ahnherr Berdizbeh noch als Magier und Sklav gestorben war, legte sein Sohn el-Mugíra in die Hand des Präfecten von

Bochârâ Abu Abdallah Muhammed ben Ga'far Ibn el-Jamâm el-Musnadí vom Arabischen Stamme Gufí das Islamitische Bekenntniss ab, wurde von ihm freigelassen und nahm dessen Stammesnamen el-Gufí an, welcher in der Familie forterbte. — Bochârí erhielt den ersten Unterricht in der Schule zu Bochârâ bis in sein 10. Jahr und fing schon damals an aus Neigung Traditionen auswendig zu lernen und besuchte dann die vorzüglichsten dortigen Lehrer derselben: Muhammed ben Sallâm el-Beikendí † 225, Abdallah ben Muhammed el-Musnadí † 229, Jahjá ben Ga'far el-Beikendí † 243, Hârûn ben el-Asch'ath u. A. Neben dem Sammeln der Traditionen hatte er die darauf bezüglichen Bücher der beiden berümtesten Kenner Abdallah ben el-Mubârak † 181 und Wakî' ben el-Garrâh † 196 sich eingeprägt und deren Ansichten und Aussprüche kennen gelernt, und in seinem 16. Jahre begab er sich mit seiner Mutter und seinem Bruder Ahmed auf die Wallfahrt. Er muss seinen Weg über Balch, Merw, Kufa, Wâsit, Baçra und Medina nach Mekka genommen haben, denn bei seiner späteren Rückkehr nach Baçra waren einige Männer, welche als seine Lehrer in diesen Orten genannt werden, schon gestorben: in Balch Mekkí ben Ibrâhîm el-Handhalí † 215; in Merw 'Alí ben el-Hasan ben Schakîk † 215, 'Abdân d. i. Abdallah ben 'Othmân el-Azdí † 222 und Çadaca ben el-Fadhl † einige Jahre nach 220; hier besuchte er auch eine Versammlung von Gelehrten bei Ibn Rahweih, ohne von ihm damals Traditionen zu hören, aber er fasste hier den Entschluss eine Sammlung anzulegen. Die Veranlassung erzählt Ibrâhîm ben Ma'kil el-Nasafi († 295) mit den eigenen Worten des Bochârí: „Wir waren bei Ishâk Ibn Rahweih in Merw, [auf der Hinreise zur Wallfahrt im J. 210, denn später lebte Ibn Rahweih in Nîsâpûr, wo Bochârí ihn wiedersah, und starb hier erst im J. 238,] da sagte einer der Anwesenden: „wenn ihr doch ein kurzes Buch über die glaubwürdigen Aussprüche des Gottgesandten sammeltet"; dies nahm ich mir zu Herzen und fing an, dieses Buch zu sammeln". Vielleicht hörte er auch damals dort Muhammed ben Mucâtil, el-Heitham ben Chârîga el-Chorâsâní † 227, Mahmûd ben Geilân † 239, 'Alí ben Hagar † 244 und Abdallah ben Hammâd el-Âmulí † 269. — In Kufâ starben

nicht lange nach seinem Dortsein seine Lehrer Châlid ben Machlad el-Suwâi † 210 (Jahr seines Besuches), Abdallah ben Mûsá el-'Absí † 213, Cabîça ben 'Ocba el-Suwâni † 215; ausser diesen hörte er hier Traditionen bei Abu No'eim el-Fadhl ben 'Amr gen. Dokein el-Lâï † 218, Abu 'Affân Mâlik ben Ismâ'îl el-Mahdi † 219, Ahmed ben Homeid el-Tarschîschí † 220, el-Hasan ben el-Rabî' † 221, Ahmed ben Abdallah el-Jarbû'í † 227, Muhammed ben Abdallah el-Hamdâní † 234, Abu Bekr ben Abu Scheiba † 235, 'Othmân ben Abu Scheiba † 239 und Abu Koreib Muhammed ben el-'Âlá el-Hamdâní † 248. — In Wâsit bei 'Âçim ben 'Alí el-Tamîmí † 221 und Sa'îd ben Soleimân el-Dhabbí † 225. — Bei seinem ersten Besuche in Baçra hörte el-Bochârí bei Abu 'Âçim el-Dhahhâk el-Nabîl † 213, Muhammed ben 'Ar'ara † 213 und Amr ben 'Âcim el-Kilâbí † 213, wahrscheinlich auch noch bei einigen der unten zu nennenden.

In Medîna verweilte el-Bochârí etwa zwei Jahre, und hier waren seine Lehrer Ismâ'îl ben Abu Uweis Abdallah el-Medení † 226, Ibrâhîm ben el-Mundsir el-Hizâmí † 236, Mutarrif ben Abdallah ben Mutarrif, Ibrâhîm ben Hamza, Abu Thâbit Muhammed ben Obeidallah, Abd el-'azîz ben Abdallah el-Uweisí, Ja'cûb ben Homeid el-Medeni † 236 und Abd el-Muç'ab Ahmed ben el-Câsim el-Zuhrí † 242. Als er ins 18. Jahr eingetreten war, fing er an, die Rechtsentscheidungen der Begleiter Muhammeds und der ersten Nachfolger und deren Aussprüche zu schreiben und indem er die bis dahin gesammelten Traditionen ordnete und sichtete, verfasste er hier am Grabe des Propheten ein grosses Geschichtswerk *Historia Magna* über die zuverlässigen und die unsicheren Überlieferer, wovon er, da es ihm zu umfänglich erschien, einen Auszug und eine noch kleinere Ausgabe veranstaltete. H. **2174. 3825.** Er schrieb keinen Artikel auf, ohne sich vorher gewaschen und in zwei Verbeugungen gebetet zu haben. — Dann begab er sich nach **Mekka,** wo er noch von dem alten Überlieferer und Corân-Vorleser Abdallah ben Jahja † 213, von Abul-Walîd Ahmed el-Azrakí, dem Grossvater des Geschichtschreibers von Mekka, von Abu Bekr Abdallah el-Homeidí

dem Schüler und Begleiter des Schâfi'í († 219) und anderen jüngeren Zeitgenossen Traditionen hörte.

Nach längerem Aufenthalte trat Bochârí seine grosse Reise durch die Islamitischen Länder an, um seine Sammlung zu vermehren, allein gleich in Baçra blieb er fünf Jahre, indem er jedes Jahr die Wallfahrt nach Mekka machte, um auch von weit herkommenden Pilgern Nachrichten für seine Zwecke einzuziehen. Seine Lehrer in Baçra waren Haggâg ben Minhâl el-Anmâṭí † 217, Mu'allî ben Asad † 218, 'Affân ben Muslim † 219, Muhammed ben Abdallah el-Raccâschí † 220, Muslim ben Ibrâhîm el-Azdí † 222, Abu Bekr Abdallah ben Muhammed ben Abul-Aswad † 223, 'Ârim ben el-Fadhl Muhammed el-Sadûsí † 224, Abu Ma'mar Abdallah ben 'Amr el-Mincarí † 224, Abu 'Omar Hafç ben 'Omar el-Namarí † 225, Abul-Walîd Hischâm el-Tajâlisí † 227, Muhammed ben el-Çabbâḥ el-Daulâbí † 227, Musaddad ben Musarhad ben Musarbal † 228, Muhammed ben el-Minhâl el-Baçrí † 231, Abdallah ben Muhammed el-Dhobe'í † 231, Abdallah ben Maslama ben Ca'nab † 231, Soleimân ben Ḥarb el-Audí † 234, 'Alí Ibn el-Medíní † 234, Muhammed ben Abu Bekr el-Thakefí † 234, Hudba ben Châlid gen. Huddâb † 235, Abd el-a'lá ben Ḥammâd † 237, Chalífa ben Chajjâṭ el-'Uçfurí † 240 und Zijâd ben Ajjûb gen. Dalluweih † 252. — Ḥâschid ben Ismâ'îl aus Bochârá † 241, welcher weite Reisen gemacht hatte, erzählt: Als ich in Baçra war, habe ich die Leute Bochârí, der noch ein junger Mann war, nachlaufen sehen, um Traditionen von ihm zu hören, bis sie ihn einholten und ihn auf der Strasse zum Sitzen nöthigten, und es sammelten sich Tausende um ihn, von denen die meisten nachschrieben, was er vortrug.

Von Baçra wandte sich Bochârí nach Miçr, wo er die Traditionen von folgenden Männern sammelte: Sa'îd ben 'Îsá † 219, Açbag ben el-Farag † 225, Sa'îd ben Kathîr ben 'Ofeir † 226, No'eim ben Ḥammâd el-Chuzâ'í aus Merw † 228, Jaḥjá ben Abdallah ben Bokeir † 231, Aḥmed ben Çâliḥ Ibn el-Ṭabarí † 248, 'Othmân ben Câliḥ und Ahmed ben Schabîb.

In welcher Reihenfolge er die übrigen Länder und Städte besuchte,

ist nicht genau festzustellen[1]), genannt werden die Traditionsgelehrten in Ascalon Adam ben Abu Ijâs aus Merw † 220 oder 221; in Syrien (Damascus) Muhammed ben Jûsuf el-Firjâbí † 212 (?), Abu Naçr Ishâk ben Ibrâhîm, Jahjá ben Çâlih el-Wahâdhí † 221, Abul-Jamân el-Hakam ben Nâfi' † 222 in Himç, Soleimân ben Abd el-rahman el-Tamîmí † 232, Hischâm ben 'Ammâr † 245; in el-Gazîra Ahmed ben Abd el-rahman el-Harrâní † 221, Ahmed ben Jazíd el-Harrâní, 'Amr ben Chalaf, Ismâ'íl ben Abdallah el-Rakkí, 'Amr ben Muhammed ben Bokeir in Rakka † 232 in Bagdad.

Nach Bagdad kam Bochârí mehrmals, wird aber den dort im J. 217 gestorbenen Soreig ben el-Nu'mân el-Gauharí schon früher anderswo getroffen haben. Er sammelte hier Traditionen von Muhammed ben Sâïk, Muhammed ben 'Îsá ben Abu Nagîh el-Tabbâ' † 224, Jahjá ben Ma'în el-Gatafânî † 233, 'Alí ben Bahr el-Cattân † 234, Abu Cheizama Zoheir ben Harb el-Charaschí aus Nasâ † 234, Abu Thaur Ibrâhîm ben Châlid † 240, el-Hosein el-Karâbîsí † 240, Ahmed ben Hanbal † 141, Ishâk ben Abu Isrâ'íl el-Merwazí † 245, el-Hasan ben el-Çabbâh el-Wâsití † 246, Zijâd ben Ajjûb gen. Dalluweih † 252, Muhammed ben Abdallah el-Muharram † 254, el-Hasan ben Muhammed el-Za'farâni † 260 und Muhammed ben Abdallah el-Thalgí † 266.

In Bagdad wollte man ihn über seine Kenntnisse auf die Probe stellen; mehrere Gelehrte kamen zusammen und wählten 100 Traditionen aus, in denen sie sowohl den Wortlaut, als auch die Namen der Überlieferer fälschten und vertheilten sie zu je zehn unter zehn von ihnen. In einer grösseren Versammlung, in welcher auch Bochârí erschien, trat der erste Fälscher an ihn heran und richtete an ihn die erste Frage über die Richtigkeit einer Tradition, worauf Bochârí antwortete: die kenne ich nicht. Bei der zweiten Frage gab er dieselbe

---

1) Einige Überlieferer wird er schon früher an anderen Orten getroffen haben, ehe er zu ihren Wohnsitzen kam; es kommen aber auch offenbar fehlerhafte Angaben vor, wenn z. B. Nawawí S. 92 in Baçra Çafwân ben 'Îsá nennt, welcher schon im Jahre 200 gestorben war, oder in Syrien Heiwâ ben Schoreih † 158 oder 159.

Antwort und ebenso bei den folgenden und bei den anderen neun Personen, jedesmal entgegnete er: die kenne ich nicht. Als der letzte Fälscher geendigt hatte, wandte sich Bochârí wieder zu dem ersten und sagte: deine erste Tradition lautet so und so und ist von dem und dem überliefert; und so fuhr er fort, bis er alle berichtigt hatte. Die ganze Versammlung erkannte ihn nun als Traditionskenner an und gestand ihm seine Überlegenheit zu. Ibn Ḥanbal äusserte sich über ihn: einen ähnlichen Mann wie Muhammed ben Ismâ'îl hat Chorâsîm nicht von sich ausgehen lassen; und einandermal sagte er: Eine vollkommene Kenntniss der Traditionen haben sich in Chorâsân vier Männer erworben: Abu Zur'a el-Râzí († 264), Muhammed ben Ismâ'îl el-Bochârí, Abdallah ben Abd el-rahman el-Samarcandí, er meinte el-Dârimí († 255) und el-Ḥasan ben Schuǵâ' el-Thalǵí († 266). Dasselbe Urtheil hat über die drei zuerst genannten 'Alí ben Ḥaǵar († 244) gefällt und viele andere haben sich darüber ausgesprochen, dass Bochârí der grösste Kenner der Traditionen sei.

In el-Rei hörte Bochârí Traditionen bei Muhammed ben Mihrân el-Ḥammâl el-Râzí † 230 und Ibrâhîm ben Mûsá el-Farrâ dem jüngeren; in Nîsâpûr bei Jaḥjá ben Jaḥjá el-Ḥandhalí † 226, Isḥâk ben Ibrâhîm Ibn Râhweih † 238, Muhammed ben Râfi' el-Coscheirí † 245, Isḥâk ben Mançûr el-Merwazí † 251, Muhammed ben Jaḥjá el-Dsuhlí † 252, Abdallah ben Muhammed el-Musnadí, Hârûn ben el-Asch'ath und Muhammed ben Ibrâhîm el-Puschenǵí † 291. — Abu Ḥâmid el-'A'masch († 321) erzählt: Ich sah in Nîsâpûr el-Bochârí bei einem Leichenbegängniss mit seinem Lehrer Muhammed ben Jaḥjá el-Dsuhlí zusammengehen; dieser fragte ihn nach einigen Namen und Vornamen und nach Fehlern in den Traditionen und Bachârí gab schnell wie ein Pfeil die Antwort, wie wenn er sagte: Gott ist einer. — Der oben genannte Ḥâschid ben Ismâ'îl berichtet: Ich sah Ibn Râhweih auf seinem Lehrstuhl sitzen und dem Bochârí, welcher zugegen war, missfiel etwas in seinem Vortrage und er verbesserte es, Ibn Râhweih nahm diese Verbesserung an und sagte zu den versammelten Schülern: schreibt die Bemerkungen dieses jungen Mannes auf; wenn er zur Zeit des

Hasan el-Baçrí († 110) gelebt hätte, so würden doch die Leute des Bochârí bedurft haben wegen seiner Kenntniss der Traditionen und seiner Gelehrsamkeit.

Unter den Gelehrten, welche Bochârí in Herât besuchte, wird Ahmed ben Abul-Walîd el-Hanefí genannt; in Balch noch Zakarîjâ ben Abu Zakarîjâ el-Lûluwí † 232, Jahja ben Mûsá, Coteiba ben Sa'îd el-Balchí † 240 und Muhammed ben Abân gen. Hamdaweih † 244.

Wenngleich Bochârí nicht ausdrücklich als Anhänger des Schâfi'í bezeichnet wird und er selbst den Schâfi'í nur an zwei Stellen seines Çahîh erwähnt und keine Tradition geradezu nur von ihm anführt, so ist doch seine Zugehörigkeit dadurch erwiesen, dass er sich in einzelnen Fragen auf Schâfi'í's Aussprüche bezieht, wie sie durch dessen Schüler, namentlich durch Abu Thaur und el-Karâbîsí überliefert sind, denn der wahre Traditionslehrer begnügt sich nicht mit den Aussagen seiner Zeitgenossen, sondern sucht seine Gewährsmänner soweit hinauf als möglich; desshalb hat ihn aber schon el-Abbâdí in die Classen der Schâfi'iten aufgenommen und die jüngeren sind ihm hierin gefolgt.

Ga'far ben Muhammed el-Cattân behauptete, Bochârí habe zu ihm einmal gesagt, seine Traditionen habe er von 1000 Männern und darüber hinaus gehört und er wisse von einer jeden, von wem er sie gehört habe mit der Reihe der Überlieferer. Einandermal sagte er: ich weiss 100000 wahre Traditionen auswendig und 200000 falsche.

Aus seiner Sammlung von 600000 Traditionen, welche er nach einer Abwesenheit von 16 Jahren mit nach Bochârâ brachte, wählte er 7275 aus für seine Ausgabe, welche allgemein als ächt anerkannt sind; zieht man hiervon noch diejenigen ab, welche von verschiedenen Gewährsmännern nur in etwas verändertem Wortlaut zwei- oder mehrmal wiederholt werden, so bleiben etwa 4000 übrig[1]). Dies ist der Grundstock seines Wissens, wonach er in der Folge seine öffentlichen Vorträge hielt, denen zu Zeiten wohl 20000 Zuhörer beigewohnt haben

1) Die Zählung weicht aus besonderen Rücksichten bei diesem und jenem etwas ab. H. II. S. 518.

sollen, wonach die Zahl seiner Schüler, welche seine Lehren in der Muhammedanischen Welt verbreiteten, mit 70000 oder nach anderer Lesart selbst 90000 noch zu gering angegeben su sein scheint. Die berühmtesten von diesen, welche zwar nicht unter die Schâfi'iten gerechnet werden, aber in die Reihe der glaubhaften Überlieferer eintreten, sind:

Abul-Ḥosein Muslim ben el-Ḥaggâg el-Nîsâpûrî † 261, Verfasser einer zweiten grossen Sammlung von Traditionen, deren Ächtheit anerkannt wird; er bewies eine so hohe Verehrung gegen Bochârí, dass er, als er einst zu ihm kam, ihn auf die Stirn küsste und sagte: erlaube mir, dass ich dir die Füsse küsse, o Lehrer aller Lehrer und Herr der Traditionisten, o Arzt der Traditionen in ihren Krankheiten.

Abu Zur'a Obeidallah ben Abd el-karîm el-Râzí † 264.

Abu Ḥâtim Muhammed ben Idrîs el-Râzí † 275.

Abu 'Îsá Muhammed ben 'Îsá el-Tirmidsí † 279, Verfasser einer dritten grossen Traditionssammlung.

Abu Bekr Abdallah Ibn Abul-Dunjâ † 281.

Abu Isḥâk Ibrâhîm ben Isḥâk el-Ḥarbí † 285.

Çâliḥ Gazra ben Muhammed el-Bagdadí † 293.

Abu Bischr Muhammed ben Aḥmed ben Ḥammâd el-Daulâbí † 301.

Abu Ga'far Masîḥ ben Sa'id.

Âdam ben Mûsá el-Chabbâzí.

Abu Abd el-raḥman Aḥmed ben Scho'aib el-Nasâî † 303, Verfasser der vierten grossen Traditionssammlung.

Abu Bekr Muhammed Ibn Chozeima el-Nîsâpûrí † 311.

Jaḥjá ben Muhammed ben Çâ'id el-Bagdadí † 318.

Abu Abdallah Muhammed ben Jûsuf el-Firabrí † 320, welcher im Besitz des Originals des Çaḥîḥ war, woraus er selbst und andere Abschriften nahmen, sagt von sich selbst, er sei der einzige noch lebende unmittelbare Überlieferer dieses Werkes, indess

Abu Ṭalḥa Mançûr ben Muhammed el-Nasafí überlebte ihn noch um neun Jahr, denn er starb erst im J. 329 und

der Câdhi von Bagdad Abu Abdallah el-Ḥosein ben Ismâ'îl el-Maḥâmilí starb sogar erst im J. 339.

Bei allen seinen gelehrten Studien entzog sich Bochârí der allgemeinen Wehrpflicht nicht, wenn das Vaterland in Gefahr war, auf der anderen Seite vergass er aber selbst im Kriegsgetümmel seine Bücher nicht, sondern nahm sie mit sich; dies geht deutlich aus folgender Erzählung seines Schriftwart Muhammed ben Abu Ḥâtim hervor. „Wenn ich mit ihm auf Reisen war und wir nur im Sommer in einem Hause verweilten, habe ich gesehen, dass er des Nachts wohl 15 bis 20mal aufstand, jedesmal das Feuerzeug ergriff, selbst Licht anzündete und Traditionen hervorholte um sie zu lernen, dann legte er sich wieder nieder. In der Morgendämmerung betete er in dreizehn Verbeugungen, eine davon ausserordentlich. Eines Tages, wir waren in Firabr am Oxus in der Nähe von Bochârâ, sah ich ihn ausgestreckt auf dem Hinterkopfe liegen bei der Bearbeitung seines Commentars zum Corân, er hatte sich an dem Tage durch das Aufsuchen der Traditionen müde gearbeitet, da redete ich ihn an: o Abu Abdallah, ich habe dich sagen hören, du thätest nichts ohne Absicht, seitdem du deinen Verstand hättest; was für eine Absicht hast du dabei, dass du dich ausgestreckt hinlegst? Er antwortete: ich habe mich heute müde gearbeitet und hier auf der Gränze fürchte ich, es werde von Seiten des Feindes etwas unternommen, da wollte ich mich erholen und darauf vorbereiten, damit wir mobil sind, wenn uns der Feind überfällt."

Geschah es aus Eifersucht über das hohe Ansehen, welches Bochârí genoss, oder weil er nicht für rechtgläubig gehalten und der Hinneigung zu den Mu'taziliten beschuldigt wurde, oder aus einem anderen Grunde, genug der Emir von Chorâsân Châlid ben Aḥmed el-Sadûsí el-Dsuhlí verwies Bochârí aus der Stadt und verbannte ihn nach Chartank, einem Städtchen einige Parasangen von Samarcand und Bochârí sprach gegen den Emir eine Verwünschung aus, welche in Erfüllung ging, denn als dieser nicht lange nachher die Wallfahrt machen wollte und nach Bagdad kam, wurde er von dem Regenten el-Muwaffak dem Bruder des Chalifen el-Mu'tamid, festgenommen und er starb im Gefäng-

nisse im J. 270[1]). Bochârí blieb in Chartank bei Abu Mançûr Gâlib ben Gabríl und starb in dessen Hause am Abend des 30. Ramadhân 256 (31. Aug. 870) und wurde am anderen Morgen beerdigt.

Nach einer von dem Kleiderhändler el-Ḥasan ben el-Ḥosein überlieferten und von anderen bestätigten Beschreibung hatte Bochârí einen magern Körper, er war nicht gross und nicht klein. Er sagte einmal: Ob ich gelobt oder getadelt werde, ist mir gleich, ich hoffe, dass ich zu Gott kommen werde und er mich nicht zur Rechenschaft ziehen wird, weil ich jemand verläumdet hätte. Ich habe, seitdem ich im Amte bin, von niemand für einen Dirhem gekauft und an niemand etwas verkauft; und auf die Frage: und Papier und Tinte? antwortete er: das habe ich mir von einem anderen kaufen lassen.

Schriften: 1) *Historia magna*, s. oben. — 2) *Corpus traditionum probarum*. H. **3908**. Der Titel, welchen Bochârí seinem Werke gab, war vollständig: „die durch die Tradition gesicherte, wahrhaftige, kurz gefasste Sammlung über die Lebensumstände, Aussprüche und Kriegsthaten des Gesandten Gottes", dann kurz *el-'Gâmi' el-çaḥiḥ* „die wahrhaftige Sammlung" oder *Çaḥîḥ el-Bochârí* „das glaubwürdige Buch des Bochâri" genannt. Über den Rang, welchen dasselbe einnimmt, sind die Gelehrten einerlei Meinung, dass ihm nächst dem Corân der erste Platz unter allen Schriften des Islâm gebühre, nur einige wollen es mit der dem Titel und Inhalt gleichen Sammlung des Muslim auf eine Linie stellen, und andere wenige diese sogar vorziehen, welche Ansicht nach einer Angabe des Abu Abdallah Muhammed el-Ḥâkim el-Nísâpûrí († 405) sein Lehrer Abu 'Alí el-Ḥosein el-Nísâpûrí († 349) und einige Gelehrte in Magrib hatten; die Mehrzahl stimmt aber darin überein, dass das Werk des Bochârí wahrheitsgetreuer und nützlicher sei, wenn

1) Hier hatte *Ibn Challikân* Nr. 580 am Rande bemerkt, Ibn Jûnus sage fälschlich, er sei nach Ägypten gekommen und dort gestorben. Diese Bemerkung ist in einer Handschrift, welcher *Mac Guckin* folgte, mit Auslassung der Jahrszahl an einer unrichtigen Stelle eingeschoben, als wenn Bochârí nach Ägypten gekommen und dort gestorben sei. Vergl. *Ibn el-Athîr* VII. 289.

auch das des Muslim durch bessere Anordnung und höheren Stil einige Vorzüge habe. Die erste gedruckte Ausgabe erschien in Bombay 1269 (1852); dann *Le recueil des traditions Mahométanes par el-Bochari, publié par Ludolf Krehl.* Vol. 1—3. Leyde 1862—69. Vergl. *L. Krehl*, über den *Sahîh* des *Buchârî*, in der Zeitschr. d. D. Morg. Ges. Bd. 4. — 3) *el-Thalâthîjât Traditiones ternariae*, 22 Traditionen aus dem *Çahîh*, welche durch eine dreifache Reihe von Überlieferern beglaubigt sind. **3827.** — 4) *el-Gâmi' el-kabîr* oder *el-Musnad el-kabîr Corpus traditionum magnum.* **3939. 12032.** — 5) *el-Gâmi' el-çagîr Corpus traditionum parvum.* **3917.** — 6) *el-Mabsût Liber amplus de traditionibus.* **11326.** — 7) *Kitâb el-ricâc Liber servorum*, Traditionen. **10141.** — 8) *el-Adab el-mufrid Institutio simplex de re traditionaria.* **342.** — 9) *Kitâb el-wuhdân Liber auctoritatum singularum*, Männer, welche nur eine einzige Tradition überliefert haben. **10602.** — 10) *Asmâ Nomina sociorum prophetae.* **703.** — 11) *Kitâb el-kunâ Liber de nominibus metonymicis.* **10426.** — 12) *Commentarius in Coranum.* **3233.** — 13) *Kitâb kirâat Chalaf Liber de recensione Imami Chalaf coranica.* **10389.** — 14) *Târîch Historia Bocharae.* **2173.** — 15) *Badu-l-machlûcât Initium rerum creatarum.* **1092.** — 16) *Chalc af'âl el-'ibâd Quaeritur, num cultores Dei actiones ipsi producant*, Streitschrift gegen seinen Lehrer Muhammed ben Jahjá el-Dsuhlí. **1024. 4791.** — 17) *Birr el-wâlidein Pietas erga parentes.* **1773. 9941.** — 18) *Kitâb el-aschriba Liber de potulentia.* **9864.** — 19) *Kitâb el-hiba Liber doni.* **10621.** — 20) *Kitâb el-fawâïd Liber rerum ad discendum utilium.* **10380.**

45. Abul-Hasan Ahmed ben Sajjâr el-Merwazí hatte weite Reisen durch 'Irâk, Syrien und Ägypten gemacht, auf denen besonders Soleimân ben Harb el-Baçrí † 234 und Ishâk Ibn Râhweih † 238 seine Lehrer gewesen waren. Er ist der erste, welcher der Lehre des Schâfi'í in Merw Eingang verschaffte und wurde dort einer der berühmtesten Traditions- und Rechtsgelehrten seiner Zeit, wie vor ihm Abdallah ben el-Mubârak † 181. Unter seinen Schülern sind Bochârí † 256, Zakarîja ben Jahjá gen. Chajjât el-Sunna „der Sunna-Flicker“ el-Sigzí † 289,

Ahmed el-Nasâí † 303, Abdallah Ibn Abu Dâwûd † 316 die bedeutendsten. Er schrieb mehrere Bücher, darunter eine *Historia urbis Merw* H. **2306** und starb 70 Jahre alt in der Nacht auf den Montag Mitte Rabí' II. 268 (12. Nov. 881) und wurde am Abend begraben.

46. Abu Soleimân Dâwûd ben 'Alí ben Chalaf el-Içpahâni el-Dhâhirí, dessen Eltern aus Içpahân stammten, wurde im J. 200 oder 202 (815 oder 817) in Kufa geboren und wuchs in Bagdad auf; er wurde von 'Amr ben Marzûk unterrichtet und studirte dann in Baçra bei Soleimân ben Harb † 224, Musaddad ben Musarhab † 228 und Abdallah el-Ca'nabí † 231. Auf einer Reise nach Nîsâpûr hörte er Ishâk Ibn Râhweih und bei seiner Rückkehr nach Bagdad traf er Abu Thaur Ibrâhîm († 240), welcher sich damals dort aufhielt. Er war ein gottesfürchtiger Mann und mit wenigem zufrieden, sodass er Geschenke zur Verbesserung seiner Lage zurückwies. Seine Anhänglichkeit an die Sunna ist allgemein bekannt, und wenn Abul-'Abbâs Ahmed gen. Tha'lab († 291) von ihm sagte, er habe mehr Verstand als eigentliches Wissen besessen, so wurde er doch für den gelehrtesten Mann in Bagdad gehalten. Als grosser Verehrer des Schâfi'í nahm er ihn gegen andere in Schutz und schrieb als der erste über ihn zwei Bücher, eins über seine hervorragenden Eigenschaften und eins zu seinem Lobe, worin er ihn gegen die Vorwürfe des Jahjá ben Aktham vertheidigte. H. **7559**. **13014**. Gleichwohl wich er selbst in manchen Punkten von Schâfi'í ab und erhielt den Namen el-Dhâhirí „der Äusserliche", wonach die Sekte Dhâhiria genannt wurde, weil er bei der Erklärung des Corâns und der Sunna nur die äusserliche d. i. die wirkliche Bedeutung der Worte annahm und einen inneren d. i. verborgenen, mystischen Sinn leugnete und die Schlussfolgerungen, welche hieraus durch Vergleichung gezogen werden sollten, verwarf, selbst wenn sie von der Gesammtheit der bisherigen Religions- und Gesetzes-Lehrer angenommen waren. Ein späterer Gelehrter sagte desshalb: Wenn Dâwûd zur Zeit des Schâfi'í gelebt hätte, würde ihn dieser nicht als einen der 'Ulemâ anerkannt haben. Während er nun seine gelehrten Zeitgenossen zu Gegnern hatte, fand seine Lehre in den vornehmen Ständen mit

grünen Mänteln solchen Beifall, dass wohl 400 Zuhörer in seinen Vorlesungen zugegen waren. In seinen zahlreichen Schriften finden sich viele Traditionen, aber die Berufung auf sie ist selten, da sie von den Orthodoxen nicht anerkannt, fast ganz unbeachtet gelassen und nach und nach vergessen wurden. *H. Ch.* erwähnt ihn ausser in den beiden oben bezeichneten Stellen nirgends, während im *Fihrist* S. 216 über 150 Titel von theologischen und juristischen Abhandlungen angeführt werden, nebst mehreren Sammlungen von Gutachten über Fragen, welche ihm zur Beantwortung aus fremden Städten und Ländern wie Içpahân, Baçra, Chuârizm vorgelegt waren. Als seine Schüler, welche seine Traditionen weitertrugen, werden besonders sein Sohn Abu Bekr Muhammed, Scheich der Çufiten in Nîsâpûr † 342 und Zakarîjâ ben Jaḥjá el-Sâgí Traditionslehrer in Baçra † 307 genannt. Dâwûd lebte ganz in Zurückgezogenheit und starb in Bagdad im Ramadhân oder Dsul-Ca'da 270 (Nov. 893 od. Jan. 894) und wurde auf dem Todtenhofe el-Schûnîzia an der Westseite des Tigris begraben.

47. Abu Dâwûd Soleimân ben el-Asch'ath ben Schaddâd el-Azdí el-Sigistâní stammte aus der Persischen Provinz Sigistân oder aus dem Orte Sigistâna im Gebiete von Baçra. Das letztere könnte man für wahrscheinlicher halten, da er seine Ausbildung in Baçra erhielt, indem ein grosser Theil seiner Lehrer dort lebte, welche sämmtlich schon gestorben waren, bevor Abu Dâwûd nach seinen weiten Reisen dahin kam und sich hier bleibend niederliess. Allein Jâcût III. 44 bemerkt dagegen, dass Abu Dâwûd in Nîsâpûr mit einem Sohne des Isḥâk Ibn Râhweih in die Schule gegangen und von Muhammed ben Aslam el-Ṭûsí († 242) unterrichtet sei, als er noch nicht 10 Jahre alt war. Er war im J. 202 (817) geboren und als seine Lehrer werden genannt: Muslim ben Abu No'aim Ibrâhîm † 222, Mûsá ben Ismâ'îl † 223, 'Amr ben 'Aun el-Wâsiṭí † 225, Abul-Walîd Hischâm el-Tajâbisí † 227, Abdallah el-Ca'nabí el-Medení † 231, Muhammed ben el-Minhâl † 231, 'Alí Ibn el-Medíní † 234, sämtlich in Baçra. Unter ihnen ist noch kein Schâfi'it und Abu Dâwûd wird auch nur von el-Subkí unter die Schâfi'îten gerechnet, die übrigen Classenbücher ausser Abu Isḥâk

el-Schîrâzî erwähnen ihn nicht, und die anderen Biographen sagen nichts über seine Glaubensrichtung. — Nachdem er seine Studien in Baçra beendigt hatte, begab er sich auf Reisen und besuchte zunächst etwa im J. 224 die Traditionsgelehrten in Kûfa: Ahmed ben Abdallah ben Jûnus † 227, 'Othmân ben Abu Scheiba † 229, Abu Koreib Muhammed ben el-'Alâ † 248, und Abu Sa'îd el-Aschagg Abdallah † 257. Dann setzte er seinen Weg fort, wahrscheinlich über Bagdad, wohin er mehrmals kam, ohne sich lange aufzuhalten, nach Nîsâpûr, wo ihm im J. 230 sein Sohn Abu Bekr Abdallah geboren wurde. Sein nächstes Ziel war Miçr, wohin er seinen Sohn mitnahm und von hier machte er die Wallfahrt nach Mekka, wo er den dort anwesenden Jahjá ben Ma'în aus Bagdad († 233) traf und von dem Câdhi von Mekka Soleimân ben Harb el-Baçrí, welcher nach seiner Absetzung wieder nach Baçra zurückkehrte und hier im J. 234 starb, Traditionen hörte. Abu Dâwûd reiste hierauf nach Syrien, sammelte Traditionen in Damascus bei Hischâm ben 'Ammâr † 245 und Soleimân ben Abd el-rahman † 282, in Himç bei Abu Gamâhir Muhammed ben 'Othmân † 250, durchwanderte danach die beiden 'Irâk und Chorâsân, schrieb in el-Rei die Vorträge des Ibrâhím ben Mûsá und Muhammed ben Mihrân nach, und kam über Herât nach Bagdad, wo er jetzt, wie schon bei früheren Besuchen noch mehrere der berühmtesten Lehrer der Traditionen hörte, wie Ishâk Ibn Râhweih † 238, Abu Thaur Ibrâhîm † 240, Coteiba ben Sa'îd el-Balchi † 240 und Ahmed Ibn Hanbal † 242. Der letztgenannte, welchem Abu Dâwûd seine Sammlungen zeigte, fand sie sehr schön und drückte seinen Beifall aus, und dieser Umstand scheint den Abu Ishâk bewogen zu haben, den Abu Dâwûd zu dessen Anhängern zu rechnen. — Schon aus der Zusammenstellung dieser Nachrichten wird man es nicht glaubhaft finden, dass Abu Dâwûd gesagt haben soll, er habe sich 20 Jahre in Tarsûs aufgehalten um das ***Musnad*** *Corpus traditionum* zu schreiben, vielmehr ist das seinen Namen führende ***Musnad*** von einem späteren aus den Sammlungen des Abu Dâwûd zusammengetragen. H. **14996.**

Mit einem Vorrath von 500,000 Traditionen kehrte Abu Dâwûd

nach Baçra zurück und wählte daraus 4800 oder 4008 H. 7263 für seine Sammlung von *Sunan Traditiones* aus, welche allgemein als glaubwürdig gelten; sie betreffen grossentheils Historisches, was der Prophet über sich selbst ausgesagt hatte, und seine Aussprüche über juristische Fragen. Er trat nun als Lehrer auf und die Studirenden strömten von allen Seiten herbei, um die Traditionen von ihm zu hören. Die berühmtesten seiner Schüler waren: el-Tirmidsí † 279, Ḥarb ben Ismâ'íl el-Kirmâni † 288, el-Nasâí † 303, Muhammed ben el-Mundsir aus Herât † 303, Zakarîjâ ben Jaḥjá el-Sâgí † 307, Aḥmed ben Muḥammed el-Challâl d. i. der Essigbrauer el-Ḥanbalí in Bagdad † 311, Abu Bischr Muhammed el-Daulâbi el-Râzí † c. 315, Abu 'Awâna Ja'cûb el-Isfarâîní † 316, sein Sohn Abu Bekr Abdallah in Bagdad † 316, Abu Sa'íd Aḥmed ben Muhammed Ibn el-A'râbí el-Baçrí † 340, Aḥmed ben Soleimân el-Naggâd d. i. der Polsterer el-Ḥanbalí in Bagdad † 348, Muhammed ben Abu Bekr ben Abd el-razzâk ben Dâsa el-Tammâr d. i. der Dattelnhändler und Abu 'Alí Muhammed ben 'Amr el-Lûluwí d. i. der Perlenhändler; die beiden letztgenannten haben von Abu Dâwûd die *Sunan* überliefert. Alle stimmen überein in seinem Lobe über seine vollkommene Beherrschung der Traditionen aus dem Gedächtniss, über sein umfassendes Wissen, seine Festigkeit, Frömmigkeit, Gottesfurcht und seinen durchdringenden Verstand in Traditionssachen. Als er die Traditionen öffentlich vortrug, wurde sein Buch für die Zuhörer wie der Corân, sie folgten ihm und widersprachen ihm nicht. Ibrâhîm ben Isḥâk el-Ḥarbí el-Bagdadí († 285) sagte bei der Vollendung der *Sunan:* dem Abu Dâwûd sind die Traditionen *ḥadîth* so geschmeidig (geläufig), wie dem Könige David das Eisen *ḥadîd*, (welches er nach der Sage wie Wachs biegen konnte). Seine Zeitgenossen hielten sie fest im Gedächtniss und richteten sich streng nach ihm. Zakarîjâ el-Sâgí sagte: Das Buch Gottes ist die Grundlage des Islâm und das Buch des Abu Dâwûd *el-Sunan* ist die Säule des Islâm. Abu Soleimân Ḥamd el-Bustí el-Chaṭṭâbí († 388) erzählt: Wir hörten bei Abu Sa'íd Ibn el-A'râbí die *Sunan* des Abu Dâwûd, da sagte er einst, indem er auf das vor ihm liegende Exemplar zeigte: Wenn jemand nichts kennte als den Corân

und dann dieses Buch, so würde er weiter nichts zu wissen nöthig haben. Der Scheich Sahl ben Abdallah el-Tustarí, welcher in Baçra lebte und im J. 273 oder 283 starb, ging zu Abu Dâwûd und liess sich bei ihm zum Besuch anmelden; er hiess ihn willkommen und bat ihn sich zu setzen. O Abu Dâwûd! begann er, ich habe an dich ein Anliegen. — Und welches? — Zuvor musst du mir versprechen, es zu erfüllen, wenn es möglich ist. — Ich verspreche es, wenn es möglich ist. — So strecke deine Zunge aus, mit welcher du die Traditionen von dem Propheten vorträgst, damit ich sie küsse. — Er that es und Sahl küsste sie. — Abu Dâwûd starb in Baçra Dienstag in der Mitte des Schawwâl 275 (10. Juni 889).

Die Titel seiner Schriften sind nach *H. Chalfa:* 1) ***Sunan*** *Traditionum Corpus.* 7263. — 2) ***Dalâïl*** *Argumenta prophetiae.* 5129. — 3) ***Fadhâïl el-ançâr*** *Merita adjutorum Medinensium.* 9115. — 4) ***Kitâb el-uchuwwa*** *Liber fraternitatis.* 9115. — 5) ***Kitâb el-ba'th*** *Liber resuscitationis et resurrectionis.* 9945. — 6) ***Kitâb el-da'awât*** *Liber invocationum Dei.* 10111. — 7) ***Kitâb el-zuhd*** *Liber despicientiae rerum externarum* mit Zusätzen seines Sohnes Abdallah. 10162. — 8) ***Kitâb el-marâsil*** *Liber epistolarum concipiendarum.* 10477. — 9) ***Masâïl*** *Quaestiones quas Ahmed Ibn Hanbal proposuerat.* 10477. — 10) ***Kitâb el-malâhim*** *Liber proeliorum cruentorum.* 10520. — 11) ***Ma'rifa el-aucât*** *Cognitio periodorum temporis.* 12407. — 12) ***Nâsik el-Corân*** *Versus Corani abrogantes et abrogati.* 15316.

48. Abu Hâtim Muhammed ben Jûsuf Ibn el-Mundsir el-Gazzí el-Râzí el-Handhalí, aus Gazz einem Dorfe von Içpahân stammend und zu el-Rei in der Strasse der Banu Handhala vom Stamme Tamîm wohnhaft, wo auch seine Moschee stand, geb. im J. 195 (810), machte zum Studium der Traditionen weite Reisen und wird fast immer, wo von seinen Lehrern die Rede ist, mit seinem Landsmann Abu Zur'a 'Obeidallah el-Râzí († 264) zusammen genannt: die beiden Râzí (aus el-Rei), sodass die Vermuthung nahe liegt, dass sie die Reisen zusammen machten bis nach Ägypten, wo Abu Zur'a blieb, während Abu Hâtim in seine Heimath zurückkehrte. Aber nur Abu Hâtim wird von

el-Subkí unter die Schâfi'íten gerechnet, 'Abu Zur'a nicht; man sollte das Umgekehrte erwarten, weil Abu Zur'a in Ägypten sich an die Schâfi'íten anschloss und seine Schüler erklärte Schâfi'íten waren. — Zu den Lehrern des Abu Ḥâtim gehören: Âdam ben Abu Ijâs el-'Ascalâní † 220, Ibrâhîm ben Naçr el-Sûrîní (221 in Dînawar von Feinden getödtet), Jaḥjá ben Jûsuf el-Zammí † 225, Muhammed ben el-Ḥasan el-Scharkí el-Nîsâpûrí † 225, Isḥâk ben Jaḥjá el-Parâdísí † 227, Ḥammâd ben Mâlik el-Aschga'í el-Ḥarastâní † 228, Abu Cheithama Zoheir ben Ḥarb † 234, Dâwûd ben Raschîd el-Chuarezmí † 239, Soweid ben Sa'îd el Ḥadathâní † 240, Coteiba ben Sa'îd el-Balchí † 240, Aḥmed Ibn Ḥanbal † 242, Aḥmed ben el-Dhaḥḥâk el-Caradí † 252, Aḥmed ben el-Muthanná el-'Anazí † 252, 'Îsá ben Muhammed Ibn el-Naḥḥâs el-Ramlí † 256, Ibrâhîm ben Ja'cûb el-Gûzgâní † 259, Mûsá ben Sahl el-Ramlí † 262 und 'Othmân ben Abdallah el-Antâkí. Man sieht hieraus, wie weit Abu Ḥâtim in Asien umher gekommen sein muss, wenn er die genannten Gelehrten an ihren Wohnsitzen aufsuchte, nach *Jâcût* III. 674 hatte er selbst ein Verzeichniss seiner Lehrer verfasst. — Als seine Schüler sind bekannt: Ḥâgib ben Mâlik el-Fargání † 306, Muhammed ben 'Auf el-Ḥimçí † 309, Abu Bekr Aḥmed ben 'Alí el-Râzí † 310, Mekkí ben Aḥmed ben Sa'daweih el-Bardsâ'í † 323, 'Alí ben el-Fadhl el-Balchí † 323, Aḥmed ben Muhammed Ibn el-Scharkí † 325, sein Sohn Abd el-rahman ben Abu Ḥâtim, ein entschiedener Schâfi'ít † 327, Muhammed ben Abdallah el-Gaḥḥâfí † 341, Abd el-mûmin ben Chalaf el-Nasafí † 346, Abdallah ben Muhammed el-Dînawarí, Abd el-rahman ben el-Dhaḥḥâk gen. Ibn Kisrá el-Ba'labekkí und Soleimân ben Dâwûd el-Talâbí. — Abu Ḥâtim starb in el-Rei im J. 275 oder 277 (888 od. 890). *Jâcût* I. 26 erwähnt eine Schrift desselben *el-zîna Ornamentum*, woraus er eine Stelle über die Ableitung und Bedeutung des Wortes *iklîm* „Klima“ citirt.

49. Abu Muhammed el-Câsim ben Muhammed ben el-Câsim ben Muhammed ben Sajjâr el-Corṭubí aus Bajjâna 30 Arabische Meilen von Cordoba, dessen Grossvater ein Freigelassener des Chalifen von Cordoba el-Walîd ben Abd el-malik war, neigte sehr zu der Lehre des

Schâfi'í hin und bekannte sich ganz dazu nach dem letzten Willen seines Vaters. Er reiste desshalb zweimal nach Ägypten, um sich von den Schülern des Schâfi'í Ismâ'îl el-Mození und Jûnus ben Abd el-'alâ vollständig unterrichten zu lassen, und hörte dort auch die Traditionen bei Ibrâhîm ben el-Mundsir el-Ḥâzimí († 236) und dessen Zeitgenossen, und die juristischen Vorlesungen des Câdhi el-Ḥârith ben Maskîn († 250) und des Muhammed Ibn Abd el-Ḥakam; dieser äusserte sich über ihn: Aus Andalus ist zu uns keiner gekommen, welcher gelehrter gewesen wäre als Câsim. Nach seiner Rückkehr wurde er neben seinem Landsmann Muhammed Ibn Waddhâḥ († 287) der grösste Traditions- und Rechtslehrer seiner Zeit in Spanien. Er war indess selbständig in seinem Denken und Urtheilen, verwarf den Autoritäts-Glauben und verfasste eine Streitschrift *el-Îdhâḥ Expositio* zur Widerlegung des Jaḥjá ben Ibrâhîm Ibn Muzajjin, Abdallah ben Châlid, Muhammed ben Aḥmed el-'Otbí und anderer *Mucallidûn* d. i. welche sich des eigenen Urtheils begeben und sich auf die Meinung eines anderen stützen. Unter seinen Schülern waren Muhammed ben Omar Ibn Lubâba, Muhammed ben Abd el-malik Ibn Eiman † 330 in Cordoba, Abu Othmân Sa'îd el-'Ânâkí † 305 und sein Sohn Muhammed ben Câsim † 328, welchen er ermahnt hatte, an der Lehre des Schâfi'í festzuhalten, bei dem er die wenigsten Fehler bemerkt habe. el-Câsim starb im J. 276 oder 277 (889 od. 890).

50. Abu Ismâ'îl Muhammed ben Jûsuf el-Solemí el-Tirmidsí lebte in Bagdad und machte weite Reisen, bis er nach Miçr kam, wo el-Buweiṭí und andere Schüler des Sch. seine Lehrer wurden. Er schrieb sich die Bücher des Sch. ab und nahm sie mit sich nach Bagdad; eine grosse Anzahl, darunter Abu 'Isá el-Tirmidsí und el-Nasâí hat Traditionen von ihm verbreitet. Er starb in Bagdad im Ramadhân 280 (Nov. 893) und wurde neben Aḥmed Ibn Ḥanbal begraben.

51. Abu Sa'îd 'Othmân ben Sa'îd ben Châlid el-Sigistâní el-Dârimí[1]) geb. im J. 200 (815), einer der hervorragendsten Schüler des

1) Dârim ist ein Zweig des Arabischen Stammes Tamîm; vielleicht ist gegen

Buweiṭi, machte bei dem Besuche der Hauptstädte seine juristischen Studien noch besonders bei Aḥmed Ibn Ḥanbal, hörte die Traditionen bei Jaḥjá ben Ma'în und die philologischen Vorlesungen bei Muhammed Ibn el-A'râbí († 231). Er wurde Lehrer der Traditionen in Herât, war ein heftiger Gegner der Lehre von der Erschaffung des Corâns und starb im Dsul-Ca'da oder Dsul-Ḥiggа 280 (Jan. od. Febr. 894), nicht 282. Er schrieb ***el-Radd 'alá-l-'Gahmîja** Refutatio sectae 'Gahmitarum*, H. **5912**, und ***el-Musnad el-kabîr** Corpus traditionum magnum*, nach Isnawí, wenn dies nicht eine Verwechselung mit Abdallah el-Dârimí ist. H. **12014**.

52. Abu Ja'cûb Isḥâk ben Mûsá Ibn Abu 'Imrân el-Nîsâpûrí el-Isfarâïní hatte weite Reisen gemacht um die Traditionen zu erlernen, studirte in Miçr bei Abu Ibrâhîm el-Mození die Rechtswissenschaften und starb in Isfarâïn im Ramadhân 284 (Oct. 877).

53. Abu Isḥâk Ibrâhîm ben Isḥâk ben Boscheir el-Ḥarbí stammte aus Merw und wurde in dem Stadttheile Ḥarbia am Thore Ḥarb von Bagdad im J. 198 (813) geboren. Er hörte die Traditionen von Abu No'aim el-Fadhl ben Dokein in Kufa († 218), 'Affân ben Muslim in Baçra († 217) und die juristischen Vorlesungen bei Aḥmed Ibn Ḥanbal, wesshalb er zu dessen Anhängern gezählt wurde, wird aber von el-Isnawí unter den Schâfi'íten aufgeführt. Seine Schüler waren auch von beiden Sekten: Mûsá ben Hârûn † 294, Jaḥjá ben Çâ'id † 318, Ahmed ben el-Naggâd el-Ḥanbalí † 348, Abu Bekr Muhammed el-Schâfi'í † 354, el-Caṭí'í u. A. El-Ḥarbí wird als ein ausgezeichneter Traditions-, Rechts- und Sprachgelehrter gerühmt und starb im Dsul-Ḥigga 285 (Dec. 898).

Seine Schriften sind: 1) ***Dalâïl el-nubuwwa** Argumenta prophetiae*. H. **5129**. — 2) ***Garîb el-ḥadîth** Verba inusitata in traditionibus*, in fünf Bänden ein sehr geschätztes Werk, nur etwas zu weitläuftig. **8613**. — 3) ***Kitâb itbâ' el-amwât** Liber de persecutione mortuorum*.

---

alle anderen mit *Ibn el-Athîr* VII. 329 besser el-Dârí zu lesen, d. i. aus Dâr Wâschkîdsân einem Orte bei Herât. *Jâcût* II. 525.

9756. — 4) ***Kitâb el-ḥammâm*** *Liber balnei.* **10068.** — 5) ***Kitâb dsamm el-gîba*** *Liber de vituperatione obtrectationis absentium.* **10126.** — 6) ***Kitâb suǵûd el-Corân*** *Liber de adorando Corano.* **10175.** — 7) ***Kitâb el-cudât*** *Liber judicum et notariorum.* **10396.** — 8) ***Kitâb el-hadâjâ*** *Liber munerum oblatorum.* **10623.** — 9) ***Manâsik*** *Ritus sacrorum Mekkanorum.* **12932.** — 10) ***Kitâb el-magâzî*** *Liber expeditionum bellicarum.* — 12) ***Kitâb el-tajammum*** *Liber de lotione, quae in defectu aquae pulvere fit.*

54. Abul-Câsim 'Othmân ben Sa'îd ben Baschschâr el-Anmâṭí d. i. der Deckenmacher, ein Schüler des Mození und el-Rabî' ben Soleimân el-Murâdí und grosser Rechtsgelehrter, zu welchem die Leute in Bagdad herbeieilten, um die Lehren des Schâfi'í zu hören und seine Schriften zu lernen, starb im Schawwâl 288 (Sept. 901). Seine berühmtesten Schüler waren Abul-'Abbâs Ibn Soreiǵ † 303, el-Içtachrí † 328, Ibn Cheirân † 320, Mançûr el-Tamîmí † 306 und Ibn el-Wakîl † 310.

55) Abu Abdallah Muhammed ben 'Alí Ibn 'Alawîja el-Ǵurǵâní el-Razzâz d. i. der Reishändler hatte bei el-Mození seine Studien gemacht und wurde einer der bedeutendsten Juristen der Schâfi'íten seiner Zeit in Ǵurǵân, wo er im J. 290 (893) starb.

56. Abu Abdallah Muhammed ben Ibrâhîm ben Sa'îd el-'Abdí el-Puschenǵí von dem Arabischen Stamme Abd el-Keis geboren im J. 204 (819) in Puschenǵ, persisch Puschenk, einem von Bäumen umgebenen Städtchen in einer fruchtbaren Gegend auf dem Wege von Nîsâpûr nach Herât etwa sieben Parasangen von Herât, hatte Ägypten, Ḥiǵâz, Kufa, Baçra, Bagdad und Damascus besucht und die ersten Lehrer gehört, wie Aḥmed Ibn Ḥanbal und Abul-Rabî' el-Zahrâni, und wurde einer der berühmtesten Traditions- und Rechtslehrer in Nísâpûr. Er stand im höchsten Ansehen. Beim Tode des Ḥosein ben Muhammed el-Cabbâní im J. 289 erschien auch Abu Abdallah zum Begräbniss, als er zurückkehren wollte und sein Pferd vorgeführt wurde, umringten ihn die Imâme, der Präfect von Nîsâpûr Abu 'Amr el-Chaffâf ergriff die Zügel, Ibn Chozeima hielt den Steigbügel und Abu Bekr el-Ǵârûd und Ibrâhîm ben Abu Ṭâlib zogen ihre Mäntel aus und breiteten sie

über ihn, dann zog er ab, ohne mit einem von ihnen zu reden. Er war ein Liebhaber von Katzen und behandelte die seinigen so sorgfältig, dass er ihnen von allem, was er ass, etwas abgab; eines Abends hatte er dies vergessen und erinnerte sich erst daran, als er seine Mahlzeit beendigt hatte, da kochte er noch bei Nacht etwas für sie von derselben Speise und setzte es ihnen vor. — Als seine Schüler werden genannt: Abu Ḥâmid Ibn el-Scharkí † 325, Abu Ṭâhir Aḥmed ben Muhammed el-Ṭâhirí el-Ǵûrí † 353, Abul-Ḥasan 'Alí ben Muhammed el-Ṭûsí el-Kârizí † 362, Abul-Fawâris Aḥmed ben Muhammed el-Nasafí el-Tadjaní † 366 und Abu Ǵa'far Muhammed ben Kathîr el-Kurîní. Er starb in Nîsâpûr im J. 290 oder im Anfange des Muḥarram 291 (Nov. 903). Bei seinem Leichenbegängniss war Ibn Chozeima zugegen und wurde von jemand über einen Rechtsfall befragt; er antwortete: Ich werde mein Urtheil nicht eher abgeben, bis dieses Grab geschlossen ist. Abu Abdallah war einer der ersten, welcher *Manâkib* Nachrichten zum Lobe des Schâfi'í herausgab. H. **13014.**

57. Abu Muhammed *'Ǵa'far* ben Aḥmed ben Abd el-rahman el-Schâmâtí aus Schâmât einem Stadtviertel von Nîsâpûr, welches nach dem Gebiete Schâmât südlich zwischen Nîsâpûr und Buscht in der Länge von 16 Parasangen und von Beihak bis el-Ruchch in der Breite von 14 Parasangen sich ausdehnt und 220 Ortschaften umfasst, erhielt den Unterricht des 'Aṭîja ben Bakîja und Moheija ben Jaḥjá, ging dann auf Reisen und hörte die Traditionen bei Muhammed ben Jûnus el-Kodeimí el-Baçrí, in Damascus bei Ibrâhîm ben Ja'cûb el-Ǵûzǵâni † 259, in Miçr bei Abu 'Obeidallah Ibn Achi, Abdallah Ibn Wahb † 194, Abu Ibrâhîm el-Mození † 264, el-Rabí' ben Soleimân † 270, el-Câsim ben Muhammed ben Bischr, Abdallah ben Muhammed el-Zuhrí und Jûnus ben Abd el-a'lâ † 264; in Chorâsân bei Isḥâk ben Râhweih † 238, Muhammed ben Râfi' † 245 und Isḥâk ben Mançûr, in 'Irâk bei Isḥâk ben Mûsá el-Fazârí, Aḥmed ben Abdallah el-Manǵûkí, Muhammed ben el-Muthanná † 252 und Abu Koreib † 248. Von ihm überlieferten die Traditionen Da'laǵ el-Siǵzí † 351, der Fakîh Abul-Walîd, Ḥassân ben Muhammed † 349, Abu Abdallah Muhammed ben

Ja'cûb ben el-Achram und viele andere. Er starb im Dsul-Ca'da 292 (Sept. 905).

58. Abu Muhammed 'Abdân d. i. Abdallah ben Muhammed ben 'Îsá el-Ganû'girdí el-Merwazí, aus Ganû'gird (Kanûkird) oder Gunû'gird, einem zu Merw gehörenden Orte fünf Parasangen davon, der ersten Station der Wallfahrer aus jener Gegend, welche ihren Weg über Nîsâpûr nehmen wollen, geb. am Tage des Festes auf dem 'Arafa am 9. Dsul-Ḥigga 220 (4. Dec. 835), genoss den Unterricht in den Traditionen bei Coteiba ben Muslim † 240 und unternahm dann zum weiteren Studium derselben Reisen durch 'Irâk und Syrien und blieb in Miçr mehrere Jahre, wo er bei el-Mození und el-Rabí' die Lehren des Schâfi'í lernte. Bei seiner Rückkehr nach Merw brachte er zuerst das *Compendium* des Mození dahin und er war nach Aḥmed ben Sajjâr der nächste, durch welchen in Chorâsân die Schâfi'itische Lehre eingeführt wurde, welche er in allen schwierigen Fragen und Rechtsurtheilen zur Anwendung brachte, denn er wurde zum Mufti ernannt und galt für den gelehrtesten und frömmsten Mann der Stadt. Unter seinen Schülern waren: Abu Bekr Muhammed Ibn Chozeima aus Nîsâpûr † 311, Abul-'Abbâs Muhammed el-Dagûlí † 335, Abu Isḥâk Ibrâhîm el-Merwazí † 340 und Abu Bekr Muhammed el-Maḥmûdí. Als 'Abdân einmal auf der Wallfahrt einige Tage in Nîsâpûr verweilte, schrieb ihm Ibn Chozeima ein Billet, worin er sagte: Ich werde kein Urtheil abgeben in einer Stadt, in welcher mein Lehrmeister sich aufhält. 'Abdân starb an seinem Geburtstage an dem Feste von 'Arafa 293 (1. Oct. 903). Zwei Titel seiner Schriften sind bekannt: 1) *el-Muwaṭṭa Liber aptus redditus.* — 2) *Kitáb el-ma'rifa. Liber cognitionis.*

59. Abu Abdallah Muhammed ben Naçr el-Merwazí, dessen Vater aus Merw stammte, wurde im J. 202 (817) in Bagdad geboren und in Nîsâpûr erzogen und erhielt dann seine wissenschaftliche Ausbildung auf seinen Reisen durch Chorâsân, 'Irâk, Ḥigâz, Syrien und Ägypten, wo er die berühmtesten Lehrer der Traditionen hörte, unter denen die folgenden besonders genannt werden: 'Abdân d. i. Abdallah ben 'Othmân in Merw † 220, Çadaca ben el-Fadhl in Merw † 220,

Jahjá ben Jahjá in Nîsâpûr † 226, Ishâk Ibn Râhweih in Nîsâpûr † 238, Abu Cudâma 'Obeidallah el-Sarachsí † 241, Hudba ben Châlid el-Baçrí † 252, Ibrâhîm ben el-Mundsir el-Medení † 236, Muhammed ben Baschschâr Bundâr † 252, Ahmed ben el-Muthanná el-Baçrí † 252. — Bis dahin hatte ihm die Ansicht des Schâfi'í nicht recht gefallen, aber während er auf der Wallfahrt in Medina war und in der Moschee sass, schlief er ein und sah den Propheten im Traume und fragte ihn: o Gesandter Gottes! soll ich die Ansicht des Abu Hanîfa aufschreiben? er antwortete: nein! — oder die Ansicht des Mâlik? — Schreib', was mit der Tradition von mir übereinstimmt. — Soll ich die Ansicht des Schâfi'í aufschreiben? — Da liess der Prophet wie zornig den Kopf hängen und sprach: Du sagst „die Ansicht des Schâfi'í", das ist keine Ansicht, sondern es ist die Widerlegung dessen, was meiner Lehre zuwider läuft. — Nun ging ich sogleich nach diesem Traume nach Miçr und schrieb die Bücher des Schâfi'í ab. — Er traf dort noch mehrere Schüler des Schâfi'í, wie Jûnus ben Abd el-a'lá, el-Rabí' ben Soleimân, el-Hârith el-Muhâsibí, von denen ihm einige ein glänzendes Zeugniss ausstellten; so sagte Muhammed Ibn Abd el-Hakam: Muhammed ben Naçr war schon bei uns ein Imâm, wie viel mehr in Chorâsân. Er war sehr arm, aber auch sehr genügsam und versicherte selbst, dass er während seines Aufenthaltes in Miçr jährlich nur 20 Dirhem ausgegeben habe. Ibn Kathîr erzählt in seiner Chronik: Muhammed ben Naçr wohnte mit zwei anderen desselben Namens, Muhammed ben Garîr dem Geschichtschreiber und Muhammed ben el-Mundsir, in einem Hause zusammen, sie schrieben Traditionen ab. Eines Tages hatten sie gar nichts zu essen und losten unter sich, wer von ihnen sich darum bemühen sollte, ihnen etwas zu verschaffen um ihrer Noth abzuhelfen; derjenige, welchen das Loos traf, stand auf um zu beten und begann damit Gott anzurufen. Es war um die Zeit der Mittagsruhe und der Statthalter von Miçr hatte einen Traum, dass der Prophet zu ihm sagte: Du schläfst hier, und die Muhammeds haben nichts zu essen?! Da erwachte der Emir aus seinem Traume und fragte: was für Muhammeds sind hier? Man nannte ihm jene drei und er schickte ihnen so-

gleich tausend Dinare. — In der Folge liess sich Ibn Naçr in Samarcand nieder, wo er für den grössten Gelehrten seiner Zeit gehalten wurde, worüber sich mehrere ausgesprochen haben, wie Abu Bekr Ibn Ḥazm in einer von seinen Schriften: Der gelehrteste Mann ist der, welcher die meisten Traditionen gesammelt, sie am festesten sich eingeprägt und ihre Deutung am sichersten inne hat, ihre Richtigkeit und das, worüber die Leute übereinstimmen und worin sie von einander abweichen, am besten weiss, und wir kennen nach den Begleitern des Propheten keinen, welcher diese Eigenschaften vollkommener besessen habe als Muhammed Ibn Naçr, und wenn jemand sagte, es gäbe keine Tradition von dem Propheten oder seinen Begleitern, die Muhammed ben Naçr nicht kenne, so würde er von der Wahrheit nicht weit entfernt sein. Er hatte die beste Kenntniss von den Abweichungen in den Aussagen der Begleiter des Propheten und ihrer Nachfolger. — Wenn er betete, was mit schönem Anstande geschah, liess er sich durch nichts stören. Aḥmed ben Isḥâk el-Nîsâpûrí gen. el-Dhuba'í († 342) erzählt: Während er betete, stach ihn eine Wespe auf die Stirn, sodass ihm das Blut über das Gesicht floss, aber er bewegte sich nicht, bis er geendigt hatte, damit die gute Wirkung des Gebetes nicht verloren gehe. Er hatte eine sehr schöne Körpergestalt und einen weissen Bart. — Unter seinen Schülern waren sein Sohn Ismâ'îl, Abu 'Alí el-Balchí, Aḥmed ben Ga'far ben el-Labbân und Muhammed ben Ja'cûb ben el-Achram. Er starb in Samarkand im Muḥarram 294 (Oct. 906).

Seine Schriften sind 1) ***Ta'dhîm cadr el-çalât*** ***Praedicatio vis precationis.*** H. **3107** schreibt das Buch dem Schâfi'í zu, die Biographen dem Muhammed ben Naçr. — 2) ***Liber de officio noctu surgendi***, über beide vergl. oben S. 17—18. — 3) ***Kitâb el-cusâma*** ***Liber de eleemosynis*** oder ***el-casâma*** ***de juramento***, worüber Abu Bekr el-Çeirafí sich äusserte: „Wenn Muhammed ben Naçr weiter nichts als dieses Buch geschrieben hätte, so würde man ihn für den grössten Juristen halten müssen, wie viel mehr, da er noch andere Bücher geschrieben hat. — 4) ***Raf' el-jadein*** ***Sublatio manuum in precibus faciendis.*** — 5) ***Kitâb fil-farâïdh*** ***Liber de jure hereditario***, das ausführlichste Werk hierüber,

mehr als 1000 Blätter. H. 8967. — 6) *Kitâb el-witr Liber de die, quo in monte 'Arafa sacra peraguntur.* 10598.

60. Abu Ga'far Muhammed ben Ahmed ben Naçr el-Tirmidsí aus Tirmids in der alten Aussprache, oder Turmuds, wie die Gebildeten und Gelehrten sprechen, oder Tarmids im Volksdialekt jener Gegend, einer Stadt am Flusse Geihûn, wurde im Dsul-Higga 200 (Juli 816) geboren. Anfangs war er ein Anhänger des Abu Hanífa oder wahrscheinlicher des Mâlik, denn er schrieb einen Commentar zu dessen *Muwatta*, seine Bekehrung zu der Lehre des Schâfi'í wird mit denselben Worten erzählt wie bei dem vorhergehenden Muhammed ben Naçr, und nachdem er in Miçr besonders bei el-Rabí' die neue Lehre genauer kennen gelernt hatte, ging er nach Bagdad und lehrte hier die Traditionen, welche er 29 Jahre lang gesammelt hatte in den Vorlesungen von Jahjá ben Abdallah Ibn Bokeir el-Machzûmí el-Miçrí † 231, Jûsuf ben 'Alí, Kathîr ben Jahjá, Ibrâhím ben el-Mundsir el-Hizâmí el-Medeni † 236 und Ja'cûb ben Hamíd ben Kâsib el-Medení. Er war bei seiner Armuth, Frömmigkeit und Geduld sehr genügsam in seinen täglichen Bedürfnissen und gebrauchte in 17 Tagen nur 5 oder 3 Obole, und auf die Frage, wie er das anfange, antwortete er: ich besitze nicht mehr und kaufe mir dafür Rüben, von denen ich täglich eine esse. Ein anderer berichtet, er habe jeden Morgen 4 Dirhem einzunehmen gehabt und niemand um etwas angesprochen; es gab kein Haus eines Armen, aus welchem ein in höherem Ansehen stehender Mann hervorgegangen wäre. Er hatte manche besonderen Ansichten, in denen er von der gewöhnlichen Meinung abwich, z. B. Wenn jemand einen Pfeil gegen einen Krieger, welcher Muslim ist, abschiesst und trifft ihn so, dass er davon stirbt, so hat dies für den Abschiessenden weiter keine Folgen; nach der richtigen allgemeinen Annahme muss er eine geringe Sühne für einen Muslim an die Verwandten bezahlen. Jemand fragte ihn nach der Tradition von dem Propheten, dass Gott zu dem irdischen Himmel (dem untersten von sieben) herabgekommen sei; er kam also herab, wie blieb dann über ihm eine Höhe? el-Tirmidsí antwortete: Das Herabkommen ist begreiflich, das Wie ist unbekannt, glauben

muss man daran und das Fragen danach ist eine ketzerische Neuerung. — Unter seinen Schülern waren der Câdhi Ahmed ben Kâmil, der Câdhi Abd el-bâkî ben Câni' † 351, Ahmed ben Jûsuf ben Challâd u. A. In seinen letzten Lebensjahren besass er sein greises Haar noch ganz vollständig, aber sein Verstand hatte gelitten und er machte viele Verwirrungen. Er starb am 19. Muharram 295 (31. Oct. 907).

61. Ahmed ben Muhammed ben Abdallah ben Muhammed ben el-'Abbâs ben 'Othmân ben Schâfi' wurde Ibn bint el-Schâfi'í „Sohn der Tochter des Schâfi'í" genannt, weil sein Vater die Tochter des Imâm geheirathet hatte. Wenn der Vater Muhammed ben Abdallah ein Sohn des Oheims des Schâfi'í „Ibn 'Amm el-Schâfi'í" genannt wird, so ist Ibn doppelt zu verstehen oder wie bei Isnawí zu schreiben: „Enkel des Oheims", und Muhammed ben Abdallah war der Schwiegersohn des Imâm, mit dessen Tochter Zeinab verheirathet und ein eifriger Anhänger desselben, welcher sich mit dem anderen Schüler el-Rabí' el-Gízí im Disputiren übte und also zu den unmittelbaren Schülern des Schâfi'í gerechnet werden sollte. — Ahmed, als dessen Vorname von einigen Abu Bekr, von anderen Abu Abd el-rahman angegeben wird, während noch andere zwei verschiedene Personen hieraus machen, wurde von seinem Vater unterrichtet und überlieferte von ihm viele Einzelnheiten, die sich auf die Lehrmeinung beziehen, wie sie dieser von dem Imâm gehört hatte; er besass vielseitige Kenntnisse und war der berühmteste aus der Familie Schâfi'í nächst dem Imâm. Auch Abul-Walíd Ibn Abul-Gârûd war sein Lehrer und als sein Schüler wird Abu Jahjá el-Sâgí besonders erwähnt. Von Ahmed sind einige eigenthümliche Sätze aufgestellt, z. B. dass auf der Wallfahrt das Hin- und das Zurücklaufen zwischen el-Çafâ und el-Marwa als ein Weg gezählt wird, während es in der Regel für zwei gilt, ferner, dass das Übernachten in el-Muzdalifa bei der Wallfahrt eine Hauptsache sei; oder, dass die Erfüllung einer Verbindlichkeit nach sechs Monaten erloschen sei. Er starb im J. 295 (907).

62. Abu Bekr Mûsá ben Ishâk ben Mûsá el-Chatmí el-Ançârí aus der Familie Chatma Abdallah ben Guscham geb. im J. 210 hatte

bei Ahmed Ibn Hanbal und vielen anderen die Traditionen gehört, war ein ausgezeichneter Kenner derselben und wurde durch seine Frömmigkeit und seine Sorgfalt im Richteramt zum Sprichwort, sodass der Chalif el-Mu'tadhid ihn und den Câdhi Ismâ'îl seinem Wezire zur besonderen Berücksichtigung empfahl, indem er sagte: durch diese beiden soll die ungerechte Behandlung der Menschen aufgehoben werden. Abu Bekr wurde dann zum Câdhi von el-Ahwâz ernannt und verwaltete sein Amt mit grossem Ernst, sodass man ihn nie lächeln sah, weil seine Frau ihm eines Tages gesagt hatte: Du solltest nicht Richter sein, denn der Prophet hat gesagt: es ist dem Câdhi nicht erlaubt, wenn er zu Gericht sitzt, zornig zu werden oder zu lächeln. Er starb in el-Ahwâz 87 Jahr alt im J. 297 (909).

63. Abul Câsim el-Ǵoneid ben Muhammed ben el-Ǵoneid gen. el-Cawârîrí „der Glasflaschen-Fabricant", was sein Vater, und el-Chazzâz „der Seidenzeug-Fabricant", was er selbst gewesen sein soll; Isnawí hat nur die erste Benennung und erklärt *cawârîr* durch *zaǵâǵ* „Glas-Krystall", und es liegt die Vermuthung nahe, dass *Chazzâz* aus *Zaǵǵâǵ* verhört oder verschrieben ist, was gleichfalls „Glasfabricant" bedeutet, sodass beides dasselbe ist, und wenn Ǵâmí[1]) alle drei Namen hintereinander nennt, so dient dies zur Bestätigung dieser Vermuthung. Der Vater stammte aus Nahâwend in el-Ǵabal oder dem Persischen 'Irâk und der Sohn wurde in Bagdad geboren und erzogen. In seiner Jugend folgten noch die meisten Rechtsgelehrten in Bagdad den Ansichten des Sufjân el-Thauri († 169), wie sie von dessen Zeitgenossen el-Fudheil ben Jjâdh † 187 vorgetragen waren, von welchem sie wieder Sarî el-Sakatí der mütterliche Oheim des Ǵoneid angenommen hatte, und von Sarî († 257) war dann el-Ǵoneid darin unterrichtet. Nachher hörte er aber el-Hârith el-Muhâsibí († 243) und Abu Thaur Ibrâhîm, die Schüler des Schâfi'í, trat nun ganz zu dessen Lehre über und nahm nach dem Tode des Abu Thaur im J. 240 dessen Platz in seinem Zu-

1) s. *S. de Sacy, vies des Sofis par Djami*, in den *Notices et Extr. des Mss.* T. XII. p. 426.

hörerkreise ein. Er äusserte sich darüber selbst: Ich hatte eine gewisse Scheu, öffentlich zu reden, denn ich war noch zweifelhaft, ob das, was ich vortrug, die richtige Lehre sei, bis mir der Gottgesandte in einer Freitagsnacht im Traume erschien und mir befahl, öffentlich zu reden, und ich that dies am Morgen in der Moschee. Er pflegte zu sagen: diese unsere Lehre ist eng verbunden mit den Grundsätzen, wie sie in dem Coran und der Sunna enthalten sind. Die mystischen Lehren und Gebräuche seines Oheims Sarî waren aber bei ihm zu tief eingewurzelt, als dass er sich hätte davon lossagen können, und er wurde das Oberhaupt der Çufiten in Bagdad. Eines Tages sah ihn jemand mit dem Rosenkranze in der Ḥand und sagte zu ihm: Du nimmst bei deinem hohen Ansehen noch den Rosenkranz? Er antwortete: den Weg zu meinem Herrn, auf dem ich wandle, verlasse ich nicht. — Sein berühmtester Schüler war Abul-'Abbâs Aḥmed Ibn Soreig (÷ 306), dessen Zuhörer sich oftmals wunderten über seine Vorträge in den allgemeinen und in den besonderen Lehrsätzen, dann sagte er: Wisst ihr, woher ich das habe? das ist der Segen davon, dass ich zu den Füssen des Abul-Câsim el-Goneid gesessen habe. — el Goneid machte die Wallfahrt 30mal allein zu Fuss und starb an einem Freitag Abend im Schawwâl 298 (Juni 911) oder am Neujahrstage 299; er wurde auf der Schûnîzia Grabstätte an der Seite des Sarî el-Sakaṭí beerdigt, wo sein Grab besucht wird.

64. Abul-Ḥasan el-Mundsirí, der Lehrer des Abul-'Abbâs Ibn Soreig, schrieb ein juristisches *Compendium* aus den Büchern des Schâfi'í, welches für besser gehalten wurde als das des Mození. Er wird in der Reihenfolge nach Zakarîjâ ben Jaḥjá el-Sigzí ÷ 289 und vor Ibrâhîm el-Anmâṭí ÷ 303 genannt.

65. Abu Muhammed Ibrâhîm ben Muhammed el-Baladí, aus dem Orte Balad östlich vom Euphrat, gehörte zu denjenigen, welche noch von Schülern des Schâfi'í Äusserungen von und über ihn überlieferten, namentlich von el-Mození eine solche, dass Schâfi'í davon zurückgekommen sei, die Gedichte des Âdamí für schmutzig zu erklären.

66. Auch Abu Abdallah Muhammed Ibn 'Âçim ben Jaḥjá aus Içpahân, Secretär des dortigen Richters, war nach Miçr gereist, hatte hier Jura studirt und viele Bücher geschrieben; er starb im J. 299 (911).

Inhaltsverzeichniss.

Einleitung S. 1.
I. Der Imâm el-Schâfi'í S. 29.
II. Die unmittelbaren Schüler d. Sch. S. 47.
1. In Mekka und Bagdad.
1. Abu Sa'íd Abd el-rahman ben Mahdi.
2. Abu Amr el-Ḥârith Ibn Soreiǵ.
3. Abu Ajjûb Soleimân el-Hâschimí.
4. Aḥmed ben Muhammed Ibn el-Azrak.
5. Abu 'Obeid el-Câsim ben Sallâm.
6. Abul-Walíd Mûsá ben el-Ǵûrûd.
7. Abul-Ḥasan 'Alí Ibn el-Medíní.
8. Abu Isḥâk Ibrâhím ben el-Mundsir.
9. Abu Ja'cûb Isḥâk b. Ibrâhím el-Merwazí.
10. Ibrâhím ben Muhammed el-Schâfi'í.
11. Abu 'Othmân Muhammed el-Ascalâní.
12. Abu Thaur Ibrâhím ben Châlid.
13. Abu Abdallah Aḥmed Ibn Ḥanbal.
14. Abu Abdallah el-Ḥârith el-Muḥâsibí.
15. Abu Ǵa'far Aḥmed b. Châlid el-Ḥallâl.
16. Abu 'Alí el-Ḥosein el-Karâbísí.
17. Abu Ja'cûb Isḥâk ben Bahlûl.
18. Abu 'Alí el-Ḥasan el-Za'farâní.
2. In Miçr.
19. Abu Zeid Abd el-ḥamíd gen. Keid.
20. Abu Bekr Abdallnh el-Ḥomeidí.
21. Abu Ja'cûb Jûsuf el-Buweiṭí.
22. Abu Zakarijâ Jaḥjá ben Ma'ín.
23. Abu 'Alí Abd el-'azíz Ibn Miklâç.
24. Abu Ḥafç Ḥarmala ben Jaḥjá.
25. A. Abd. Aḥmed gen. Baḥschal el-Tustarí.
26. Abu Abd. Aḥmed ben Jaḥjá el-Tuǵíbí.
27. Abu Ṭâhir Aḥmed Ibn el-Sarḥ.
28. el-Rabí' ben Soleimân el-Ǵízí.
29. Abu Abdallah Ḥosein gen. el-Ǵamal.
30. Abu Ibrâhím Ismâ'íl el-Mození.
31. Jûnus ben Abdallah el-Çadefí.
32. Aḥmed Ibn Wahb gen. Baḥschal.
33. Baḥr ben Naçr el-Chaukâní.
34. Abu Muh. Abdallah Ibn Abd el-ḥakam.
35. el-Rabí' ben Soleimân el-Murâdí.
36. Abu Ḥanifa Caḥzam el-Uswâni.
37. Ibrâhím ben Muhammed ben Harim.
38. Abu Ǵa'far Aḥmed Ibn Abu Soreiǵ.
39. Aḥmed ben Jaḥja el-Bagdadí.
40. Aḥmed ben Muhammed el-Çeirafí.
41. el-Ḥosein el-Callâs.
42. Abd el-'azíz ben Jaḥjá el-Kinâní.
III. Die Anh. d. Sch. bis zum J. 300. S. 78.
43. Abd. ben Sa'íd el-Caṭṭân Ibn Kullâb.
44. Abu Abdallah Muhammed el-Bochârí.
45. Abul-Ḥasan Aḥmed ben Sajjâr.
46. Abu Soleimân Dâwûd el-Dhâhirí.
47. Abu Dâwûd Soleimân el-Siǵistâní.
48. Abu Ḥâtim Muhammed Ibn el-Mundsir.
49. el-Câsim ben Muhammed el-Corṭubí.
50. Abu Ismâ'íl Muhammed el-Tirmidsí.
51. 'Othmân ben Sa'íd el-Dârimí.
52. Abu Ja'cûb Isḥâk ben Mûsá el-Isfarâíní.
53. Ibrâhím ben Isḥâk el-Ḥarbí.
54. Abul-Câsim 'Othmân b. Sa'íd el-Anmâṭí.
55. Muh. ben 'Alí Ibn 'Alawíja el-Razzâz.
56. Abu Abdallah Muhammed el-Puschenǵí.
57. Ǵa'far ben Ahmed el-Schâmâtí.
58. 'Abdân Abdallah el-Merwazí.
59. Muhammed ben Naçr el-Merwazí.
60. Abu Ǵa'far Muhammed el-Tirmidsí.
61. Aḥmed ben Muh. Ibn bint el-Schâfi'í.
62. Abu Bekr Mûsá el-Chaṭmí.
63. el-Ǵoneid ben Muhammed el-Cawârírí.
64. Abul-Ḥasan el-Mundsirí.
65. Ibrâhím ben Muhammed el-Baladí.
66. Abu Abdallah Muhammed Ibn 'Âçim.

ABHANDLUNGEN

DER

PHYSIKALISCHEN KLASSE

DER

KÖNIGLICHEN GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN
ZU GÖTTINGEN.

SECHSUNDDREISSIGSTER BAND.

Zur Kenntnis der Pedicellineen

Von

E. Ehlers.

Vorgelegt in der Sitzung der Königl. Gesellschaften der Wissenschaften am 7. December 1889.

Vorwort.

Im März und April des Jahres 1884 beobachtete ich in Cartagena (Spanien) die im dortigen Hafen von mir gefundene Pedicellinee, von welcher die folgenden Blätter zunächst handeln. Meine Untersuchungen an den lebenden Thieren hatten den vollen Abschluss, welchen ich gewünscht, nicht gefunden; an zubereitetem und in Weingeist aufbewahrtem Material setzte ich in Göttingen die Untersuchungen fort, unterliess aber einstweilen die Veröffentlichung der Ergebnisse, da ich hoffte, bei einem anderen Aufenthalt in Cartagena die auch jetzt noch bestehenden Lücken meiner Arbeit ausfüllen zu können.

Da aber die Aussichten darauf durch inzwischen eingetretene Ereignisse fast verschwunden sind, theile ich meine Beobachtungen und die daran sich schliessenden Auffassungen jetzt mit, da sie immerhin die Kenntnis dieser Thiergruppe in einigen Punkten, die nicht ohne Belang sein möchten, zu erweitern im Stande sind.

Das Vorkommen dieser Pedicellinee, welche ich Ascopodaria macropus nenne, ist offenbar ein beschränktes. Dass die Thiere im Mittelmeere sonst irgendwo beobachtet wären, ist mir nicht bekannt geworden. Aber auch bei Cartagena ist ihr Standort wenig ausgedehnt. Während ich in dem geräumigen, bis auf die enge Einfahrt rings umschlossenen Hafenbecken dieser Stadt an den ungleichsten Orten mit dem Schleppnetz fischte, fand ich stets nur an derselben Oertlichkeit und hier nur unter den gleichen Verhältnissen die mich interessirenden Thiere. Das

ist die Strecke vor dem Eingang in den Kriegshafen. Sobald das Schleppnetz hier von dem bewachsenen Grunde aus etwa 6—8 Faden Tiefe Caulerpa zu Tage förderte, fand ich auf dieser Pflanze, angesiedelt neben anderen Thieren, diese Pedicellineen. Ich habe sie nie auf anderen Pflanzen, geschweige auf anderen Gegenständen gefunden.

Auf diesen Algen sassen die Stöcke der Thiere ebensowohl auf den drehrunden Stielstrecken, wie auf den blattartig ausgebreiteten Theilen, theils in vereinzelten langen Zeilen, theils dicht zusammengedrängt, fast rasenähnlich.

Hatte die Gesammterscheinung eines solchen Stockes auf den ersten Blick das Bild einer Sertulariencolonie, so schwand der Zweifel über das Wesen dieser Thiere sofort, wenn die eigenartigen nickenden Bewegungen der frei stehenden, Köpfchen tragenden Stiele sich einstellten, oft nach einem Anstosse von einem Punkte ausgehend und dann über die ganze Colonie sich verbreitend. Das Kennzeichen fehlte auch dann nicht, wenn, was bisweilen beobachtet wurde, die ganze Colonie der Köpfchen entbehrte und nur die dünnen Stiele ohne die characteristischen Endstücke frei hervorragten. — Unterschiede in dem Aussehen der Stöcke traten einmal darin hervor, dass Stöcke einzeln standen oder dicht neben und übereinander sich ausgebreitet hatten, das andere mal als Altersunterschiede, insofern ein junger Stock kleinere Köpfchen als ein alter hat. Wie die einzelnen Stöcke im Habitus von einander abweichen, das habe ich später zu zeigen.

Die gefangenen Stöcke erhielten sich ohne sonderliche Sorgfalt bei genügendem Wasserwechsel in kleinen Aquarien eine Zeit lang am Leben. Schädliche Einflüsse, wie ungenügend gelüftetes oder zu warmes Wasser, äusserten sich meist durch Abfall der Köpfchen.

Von den Conservationsmethoden, die ich für spätere Untersuchungen in Anwendung brachte, hat sich als die brauchbarste die kurz einwirkende Behandlung der lebenden Thiere mit Dämpfen von Ueberosmium-Säure bewährt. Die dadurch rasch getöteten Thiere wurden dann mit Alcohol von steigenden Concentrationsgraden behandelt. Solche Thiere mit Pikrokarmin gefärbt und in Glycerin als mikroskopisches Präparat

eingeschlossen, geben gute Uebersichtsbilder und haben sich bis heute erhalten.

Conservirungen mit Pikrinschwefelsäure, schwacher Chromsäure, Alcohol u. a. lieferten weniger brauchbare Stücke für spätere Untersuchungen; bei ihnen gingen meistens die Flimmerhaare verloren und zerfielen die Drüsenzellen des Lebermagens. Die Erhaltung dieser Gebilde ist mir immer Beweis für den brauchbaren Zustand der in Spiritus aufbewahrten Thiere gewesen.

Ihre Untersuchung geschah dann unter Anwendung der Schnittmethode. Die in bekannter Weise in Paraffin eingebetteten Stöcke wurden mit Jung'schem Mikrotom in Serienschnitte nach verschiedenen Richtungen zerlegt, mit Eiweiss aufgeklebt und dann gefärbt, meist mit Doppelfärbung verschiedener Farbstoffe, die einzeln angegeben sind. Die Aufbewahrung der Serien erfolgte in Xylol-Balsam.

Herrn Dr. Henking bin ich für die Anfertigung einiger genau orientirter Serien, welche zumal für die Herstellung der Abbildungen treffliche Präparate gaben, zu Dank verpflichtet.

Von der Untersuchung der Ascopodaria macropus aus habe ich andere Pedicellineen in den Kreis meiner Beobachtungen gezogen; Pedicellina echinata (Sars) fand ich häufig neben der genannten Art, und konnte sie sofort zum Vergleich heranziehen.

Herrn Dr. Föttinger in Lüttich verdanke ich die Kenntnisnahme der von ihm gefundenen Arthropodaria (Pedicellina) Benedeni (Fött.); Herrn Professor Dr. Brandt in Kiel diejenige von Pedicellina glabra (Hcks.) aus der Nordsee, und der Ascopodaria (Pedicellina) gracilis (S.) aus dem Kieler Hafen.

Da ich verwandte Thierformen in den Kreis meiner Betrachtungen zog, habe ich Herrn Professor Mc'Intosh in St. Andrews dafür zu danken, dass er mir einige Exemplare des merkwürdigen Cephalodiscus dodecalophus (Mc'I.) zur Untersuchung übersendete.

In der Darstellung meiner Ergebnisse habe ich, weil ich nicht Abschliessendes, sondern nur Beiträge für weitere Untersuchungen dieser Thiergruppe bringe, davon abgesehen, auf die ältere Literatur einzugehen,

so weit sie für die heutige Forschung nur noch historisches Interesse bietet. An Zusammenstellungen der hierher gehörenden Untersuchungen fehlt es ja nicht. Anzuknüpfen war deshalb bei der Benutzung der Arbeiten meiner Vorgänger vor allem zunächst an die Untersuchungen Nitsche's über Pedicellina.

Die Benennungen der einzelnen Arten mache ich nach der am Schluss der Arbeit gegebenen systematischen Zusammenfassung.

Der Stock der Ascopodaria macropus.

Der Stock der Ascopodaria macropus setzt sich, wie der der Pedicellineen überhaupt, wenn wir zunächst von den in der Entwicklung begriffenen, knospenden Strecken absehen, aus zweierlei Gliedern zusammen, und zwar in ganz ähnlicher Weise, wie das bei der von mir [1]) danach zusammengefassten Classe der Bryozoa stolonifera stattfindet. Danach stehen den mit Eingeweiden versehenen Personen, den als Köpfchen oder Kelche bezeichneten, darmführenden Theilen des Stockes die darmlosen gegenüber, welche aller Eingeweide baar als Stengelglieder bezeichnet werden, die der Unterlage aufliegende Stolonen bilden. (Fig. 2. Fig. 3. Fig. 5.)

Diese physiologisch so sehr ungleichwerthigen Einzeltheile des Stockes sind stets miteinander derartig verbunden, dass die darmführenden Personen auf der Endspitze frei vorragender, aufrecht stehender Stiele, der Träger, sitzen, welche besonders entwickelten Stengelgliedern angehören, an welche sich im Stockverbande regelmässig andere darmlose Glieder anschliessen, welche nie eine darmführende Person, einen Kelch tragen oder entwickeln. So alterniren regelmässig köpfchentragende Glieder mit einfachen, köpfchenlosen Gliedern, so sehr auch in diesem Verbande das der einen oder anderen Art angehörende Glied nach Grösse oder Entwicklung ungleich sich ausgestalten mag (Fig. 5.) Die kelchtragenden Glieder sind als mehraxige den einaxigen gegenüber zu stellen, welche nach ihrer Anordnung auch als Schaltglieder, Internodien, in

---

1) E. Ehlers Hypophorella expansa. Abhandlungen der Kgl. Ges. d. Wissenschaften zu Göttingen. Bd. 21. 1876. 4° pg. 126.

den Stolonen zu bezeichnen sind. Die aufrecht stehenden kelchtragenden Träger an den mehraxigen Stolonen, welche ich auch als Phalangen bezeichne, bestehen aus einem dickeren basalen Sockel und einem dünneren Stiel (Fig. 5).

Ich bin überzeugt, dass diese regelmässige Abwechslung in der Gestaltung der darmlosen Stolonen unter den Pedicellineen allgemein ist. Ausser für Ascopodaria macropus kann ich aus eigner Anschauung die gleiche Vertheilung ungleichwerthiger Stolonenglieder für Pedicellina glabra (Hcks.), echinata (S.) (Fig. 4,) Ascopodaria gracilis (S.), Arthropodaria Benedeni (Fött.) angeben; leider vermisse ich bei den meisten Schilderungen, welche die Autoren bis jetzt von dem Bau der verschiedenen Pedicellineen gegeben haben, eine genauere Darstellung der fadenförmigen Bestandtheile des Stockes, so umständlich sonst die Köpfchen beschrieben sind; höchstens findet sich die Angabe, dass in den Stolonen Scheidewände vorhanden, oder dass sie gegliedert seien. Für Pedicellinopsis fruticosa (Hcks.) ist aber die Bildung der Stolonen mit Schaltgliedern aus den Abbildungen zu entnehmen.

Die Ausdehnung eines Stockes der Ascopodaria macropus ist eine, wie es scheint, nicht nur nach dem Alter sehr wechelnde. Bisweilen traf ich Stöcke, welche nach dem Aussehen der Kelche und Stengelglieder als alte zu bezeichnen waren, auf einen engen Raum, mit manchen anderen dicht gesellschaftet, beschränkt (Fig. 1), und in anderen Fällen solche mit langen fadenförmigen Stolonen und weit von einander getrennten Kelchen, grosse Strecken der Pflanze, auf der sie angesiedelt waren, weitmaschig umspannend (Fig. 2). Versuche, die ganze Ausdehnung eines einzelnen Stockes durch Messungen zu bestimmen, scheiterten daran, dass es mir nie gelang, einen älteren Stock im vollen Zusammenhange unverletzt von seiner Unterlage abzulösen und auszubreiten. Ein junger Stock in seiner ganzen Ausdehnung ist in Fig. 3 abgebildet; daneben in Figur 4 ein ähnlicher Stock von Pedicellina echinata (S.) Um eine Vorstellung von den Grössenverhältnissen der einzelnen, im Stockverbande nebeneinander stehenden Glieder zu geben lasse ich hier ein Schema von der Ausbreitung einiger Stolonen aus

einem älteren Stocke folgen, in welchem die Grössen der einzelnen Bestandtheile in Millimetern angegeben sind. Es bedeutet dabei — ein einaxiges Stolonenglied; von den in Klammern eingeschlossenen Zahlen eines mehraxigen Stolonengliedes bezieht sich die mit + bezeichnete auf die Längen der liegenden Strecken; die mit + zusammengefassten Ziffern geben die Länge des Trägers an für die beiden ihn zusammensetzenden Strecken; neben K ist die Höhe und Breite des auf dem Träger stehenden Kelches verzeichnet.

```
                  ------- ⎛K 0,5/0,4  ⎞
                  —0,22   ⎜0,34+0,65  ⎟
                          ⎝  + 0,8    ⎠
                (knospend)     -
                               -  — 1,12
                               -
                  ⎛K 0,5/0,4  ⎞ ----- ⎛K 0,2/0,23⎞ ----- ⎛K 0,16/0,16⎞
                  ⎜0,4 + 1,02 ⎟ — 0,5 ⎜0,3 + 0,4 ⎟ —0,52 ⎜0,35 + 0,06⎟
                  ⎝  + 0,8    ⎠       ⎝  + 0,8   ⎠       ⎝  + 0,42   ⎠
                               -
                               -  — 1,05
                               -
------ ⎛K 0,47/0,39⎞ ----- ⎛K 0,5/0,5  ⎞ ----- ⎛K 0,27/0,20⎞ ------- | -------
— 0,35 ⎜0,27 + 0,55⎟ —0,34 ⎜0,48 + 1,35⎟ — 0,3 ⎜0,25 + 0,35⎟  — 0,75   — 0,16
       ⎝  + 0,25   ⎠       ⎝   + 0,8   ⎠       ⎝   + 0,3   ⎠  Knospende Endstrecke
Knospendes                     -
Endstück                       -  — 0,95
                               -
0,3 lang  ⎛K 0,38/0,25⎞ ----- ⎛K 0,6/0,5  ⎞ ----- ⎛K 0,50/0,35⎞ ----- ⎛K 0,45/0,35⎞ ----- ⎛K 0,32/0,26⎞ ----- ⎛K 0,15/0,15⎞ ----- | -----
------    ⎜0,25 + 0,45⎟ —0,21 ⎜0,4 + 1,5  ⎟ — 0,2 ⎜0,35 + 1,0 ⎟ —0,75 ⎜0,40 + 0,65⎟ —0,85 ⎜0,45 + 0,48⎟ — 0,6 ⎜0,3 + 0,1  ⎟ — 0,3   — 0,12
0,06 dick ⎝  + 0,8    ⎠       ⎝  + 0,375  ⎠       ⎝  + 0,8    ⎠       ⎝  + 0,8    ⎠       ⎝  + 0,8    ⎠       ⎝  + 0,8    ⎠  Knospende
(Knospender                    -                                                                                              Endstrecke
Stolo)                         -
                               -
                         (abgerissen)
```

Zwischen den darmlosen und darmführenden Theilen eines Stockes besteht ein doppeltes Abhängigkeitsverhältnis.

Einmal sind es die Stolonen, welche durch Knospung nicht nur die Ausdehnung des Stockes stets weiter führen, sondern auch stets die dabei neu hinzutretenden Köpfchen durch Knospung erzeugen. Damit vollzieht der Stock ein prolates Wachsthum, mit welchem er an flächenhafter Ausdehnung gewinnt, und ein acrogenes, welches mit der Bildung

der Kelche jeweilig abschliesst. Wo der erste Ausgangspunkt eines Stockes zu suchen sei, der Ausgangspunkt für das prolate Wachsthum, lässt sich nach meinen Erfahrungen an Ascopodaria macropus allgemein nicht feststellen. Da aber aus der Entwicklungsgeschichte anderer Pedicellineen bekannt ist, dass der erste Bestandtheil des Stockes ein aus der schwimmenden Larve hervorgehender Kelch ist, so wird man bei nicht zu alten, zu weit ausgedehnten Stöcken nicht fehl gehen, wenn man das grösste Köpfchen als das älteste, den Ausgangspunkt kennzeichnende auffasst. So ist in den Stolonen, für deren Glieder in der vorstehenden Tabelle die Grössen bezeichnet sind, sicher das Glied mit dem 0,6/0,5 mm grossen Köpfchen das älteste in diesen Strecken, von welchem die weitere Verbeitung ausging. In ausgedehnten Stöcken ist aber ein solcher Schluss entweder nicht zu ziehen, weil eine Anzahl von Kelchen gleich gross sind, oder trügerisch, weil das erste Köpfchen, von dem der Stock ausging, abgefallen, und durch ein jüngeres kleines ersetzt sein kann.

Ein anderes Wechselverhältnis zwischen Stengelgliedern und Köpfchen zeigt sich darin, dass zweifelsohne zunächst durch die Thätigkeit der darmführenden Glieder die Gesammtheit des Stockes, somit alle Stolonen ernährt werden. Bei dem Bau der Stolonen ist wenigstens eine selbständige Nahrungsaufnahme durch sie nicht denkbar. Es scheint aber, als ob ein Stock den vorübergehenden Verlust aller Köpfchen zu überdauern vermag, und im Stande ist, in einem solchen Falle, offenbar aus einem Reservematerial, Köpfchen auf den alten Stolonen zu erzeugen. Hierüber sind fernere Untersuchungen anzustellen, da meine Beobachtungen in dieser Hinsicht nicht ausreichend sind. Dann würde der Vorgang der Ernährung ein wechselseitiger sein.

Ob noch ein anderes Abhängigkeitsverhältnis der beiden Bestandtheile des Stockes zu einander vorhanden ist, kann ich nicht mit Sicherheit behaupten. Es besteht vielleicht in der Gemeinsamkeit einer Empfindung und daran geknüpfter Bewegung. Die Kelche besitzen ein später zu schilderndes centrales und peripheres Nervensystem, welches in seiner Ausdehnung jedoch nicht über den Bezirk des Kelches

hinausgreift; die Stolonen dagegen haben keine nervösen Apparate, und von einem Colonialnervensystem kann hier sowenig wie bei den Stoloniferen Bryozoen die Rede sein. Und doch drängt sich einem die Vorstellung von der Anwesenheit Reize zuleitender und übertragender Einrichtungen auf, wenn man die eigenthümlichen nickenden Bewegungen an einer Colonie wahrnimmt. Eine solche Bewegung besteht in dem wechselnden Neigen und Aufrichten der die Köpfchen tragenden Stengelglieder; und hat sie an einem Orte des Stockes begonnen, so pflanzt sie sich über dessen ganze Länge allmählig fort, so dass alle aufrecht stehenden Stengelglieder diese Bewegung ausführen. Nun könnte es scheinen, als ob der erste Anstoss für eine solche Bewegung durch Erregung des nervösen Apparates eines Nährthieres hervorgebracht werde, wiewohl ich von dessen sensorieller Bedeutung mich nicht überzeugen konnte. Jedenfalls ist das nicht immer der Fall. Denn Stöcke, bei welchen sämmtliche Köpfchen fehlen, führen mit den aufrecht stehenden Stengelgliedern dieselbe Bewegung aus, so bald nur eines dieser Stengelglieder, etwa durch die Berührung mit einer Nadel gereizt wird. Das beweist die selbständige Erregungsfähigkeit der Stengelglieder und die Leitungsfähigkeit für die Erregung durch alle Stolonen. Und so ist für diese Thätigkeit eine Wechselbeziehung und Abhängigkeit der ungleichen Glieder des Stockes von und zu einander, wenn auch wahrscheinlich, doch noch nicht sicher erwiesen.

Die Stolonen und ihre Glieder.

Die Stolonen, an welche wie die Befestigung und Ausbreitung des Stockes, so auch dessen Wachsthum durch Grössenzunahme seiner einzelnen Theilstücke und durch ungeschlechtliche Vermehrung, Knospung, geknüpft ist, sind im allgemeinen fadenförmig, und werden aus zwei ungleichen Arten von Gliedern zusammengesetzt, welche stets regelmässig abwechselnd auf einander folgen. In ihren jüngsten Entwicklungsstadien sind beide Arten der Form nach einander gleich, in ihrer vollendeten

Ausbildung weichen sie derartig von einander ab, dass nach den Hauptaxen, welche sich durch sie legen lassen, leicht die einfachen einaxigen Schaltglieder von den mehraxigen kelchtragenden zu sondern sind. Beide Formen gehen bei dem Wachsthum des Stockes aus einander hervor, so dass die einaxigen je ein mehraxiges, die mehraxigen aber in der Regel nicht mehr als drei einaxige zu erzeugen im Stande sind.

Die Verbindung dieser genetisch zusammengehörenden Stengelglieder ist eine solche, dass durch alle eine gemeinsame centrale Gewebsmasse hindurchzieht, eingeengt an den Grenzen der einzelnen Glieder durch je eine Scheidewand, welche nach Art eines Diaphragma derartig gestaltet ist, dass sie die Grenzen der Glieder kennzeichnet, durch die Durchbrechung aber den Zusammenhang der gemeinsamen Gewebsmasse gestattet.

Die einaxigen Glieder, welche im vollreifen Zustande von einem Cylinder dadurch abweichen, dass ihr der Unterlage angehefteter Umfang des Mantels abgeplattet ist (Fig. 7), sind in ihrer ganzen Länge gleichmässig dicke Fäden. Ihre Abgrenzung gegen die Nachbarstrecken in den Stolonen wird durch quere, rechtwinklig zur Längsaxe gestellte, diaphragmenartig durchbrochene Scheidewände gemacht (Fig. 8), von denen auf der Aussenfläche der Stolonen nichts zu bemerken ist. Diese Glieder sind meist geradlinig, schmiegen sich aber dabei der Unterlage auf welcher der Stock haftet, auf das engste an, und laufen auf den stengelförmigen Strecken der von ihnen bewohnten Pflanze nicht nur in deren Längsrichtung, sondern winden sich in jedem Winkel dazu um diese der Länge nach. Die Dicke dieser Stolonenstrecken ist von ihrem Alter bedingt, so zwar, dass dieser Durchmesser in ein und demselben Stocke, abgesehen von den Endstrecken, wenig wechselt, dagegen an jüngeren Stöcken erheblich geringer als an alten ist. Anders steht es mit der Länge der einzelnen einaxigen Glieder. Diese wechselt zwischen den Gliedern ein und desselben Stockes, ja auf ganz geringem Abstande von einander, um ein bedeutendes. Denn wenn in einem Falle diese Stengelglieder sich als äusserst lange Fäden weithin erstrecken und damit einen grossen Abstand zwischen zwei köpfchentragenden Gliedern hervorbringen, sind

sie in anderen Fällen so kurz, dass ihre Länge nicht viel ihre Dicke übertrifft, dann rücken zwei mehraxige Stolonenglieder so nahe an einander, dass es scheinen könnte, als hingen sie unmittelbar zusammen. In allen solchen mir zur Beobachtung gekommenen Fällen habe ich aber die von zwei Querwänden begrenzte Strecke des äusserst verkürzten einaxigen Gliedes stets auffinden können. Worauf diese Ungleichheit des Längenwachsthumes zurückzuführen ist, habe ich nicht zu erkennen vermocht. Eine Vermuthung, dass in äusseren Verhältnissen dem Längenwachsthum der Stolonen Schwierigkeiten und Hemmnisse entständen, gleichsam Terrainschwierigkeiten dieses Wachsthum einengten, habe ich nicht beweisen können. Auch in der Vertheilung kurzer und langer Glieder in ein und demselben Stocke neben und hinter einander habe ich irgend welche Regelmässigkeit nicht beobachtet, und halte daher zunächst an der allgemeinen Anschauung fest, dass ein Wechsel in den äusseren Verhältnissen irgend welcher Art bei dem prolaten Wachsthum des Stockes die Längenentwicklung der einaxigen Glieder begünstigt oder beschränkt.

Die mehraxigen Glieder verdienen diese Bezeichnung nur in ihrem ausgebildeten Zustande, da sie in ihrer Jugend einaxig wie ihre Nachbarglieder im erwachsenen Zustande sind. Bei der Vollreife und regelmässiger Bildung ist ein solches Glied dreiaxig, indem von dem anfänglich einaxigen Gliede in der gleichen Ebene wie dieses und der Unterlage angeschmiegt auf halber Länge rechts und links je ein Ausläufer abgeht und so ein rechtwinkliges Kreuz von vier meist gleich langen Strecken des Gliedes gebildet wird (Fig. 9). Auf dem Kreuzungspunkte erhebt sich dann von der freien Oberfläche aufrecht ragend derjenige Ausläufer, welcher sowohl durch seine Gestaltung, wie durch den an seiner Endspitze stehenden Kelch, das Nährthier, vor den aufliegenden Strecken ausgezeichnet ist (Fig. 6). Ich bezeichne diese Strecke kurz als Träger (phalanga). Durch sie geht die dritte Axe des Gliedes, welche senkrecht auf dem Kreuzungspunkte der beiden anderen Axen steht.

Diese Strecken des dreiaxigen Gliedes entwickeln sich in anderer Reihenfolge, als sie hier beschrieben wurden. Denn aus dem einaxigen Zustande wird das Glied dadurch in einen zweiaxigen gebracht, dass

der aufrechtstehende Träger, und mit ihm die Anlage des Kelches sich entwickelt. In solchem Zustande kann das Glied zu voller Ausdehnung heranwachsen, gelangt aber zu keiner weiteren Entwicklung. Tritt eine solche aber ein, so entstehen die Strecken, welche die Kreuzform der aufliegenden Gliedabschnitte erzeugen, keineswegs immer gleichzeitig, sondern in vielen Fällen geht die Ausbildung der einen dieser Strecken derjenigen ihrer Gegenstrecke voran, und man findet vielfach Glieder, in welchen die Entwicklung in dieser Axe unvollständig bleibt. — Die Wachsthumsvorgänge, welche sich an die Enden dieser Strecken der zweiten Axe anschliessen, führen zu der seitlichen Entwicklung in der Ausbreitung des Stockes, insofern an die Enden der zweiten Axe sich wie an die der ersten einaxige Glieder anschliessen.

Von diesem als Regel zu bezeichnenden Verhalten habe ich einmal eine Ausnahme beobachtet. Aus dem Winkel zwischen zwei Kreuzarmen der liegenden Strecken entsprang ein überzähliger aufliegender Ausläufer, der aber nicht den Endstrecken des mehraxigen Gliedes entsprach, sondern der ein einaxiges Glied darstellte, welches also, während die Endstrecken des mehraxigen Gliedes alle in normaler Weise weitere Nachbarstrecken besassen, als ein an ungewöhnlichem Orte entspringendes Schaltglied zu bezeichnen wäre. Ein ähnliches abnormes Verhalten habe ich von der Bryozoe Hypophorella[1]) beschrieben, wo von dem Nährthiere in einem Ausnahmefalle ein Stengelglied entsprang.

Die Form der aufliegenden Endstrecken stimmt durchaus mit derjenigen der einaxigen Stolonenglieder überein; die gemeinsame Mittelstrecke, von welcher die Kreuzenden wie der Träger ausgehen, ist im Anschluss an diesen erheblich dicker als die meist kurzen Endstrecken. Der bewegliche, bald senkrecht aufragende, bald in ungleich grossem Winkel gegen die Unterlage des Stockes geneigte Träger besteht in normaler Bildung und bei voller Ausbildung aus einem dickeren drehrunden Sockel und einer dünneren fadenförmigen Endstrecke, die den einaxigen Stolonen äusserlich gleicht. Diese Endstrecke ist in der

1) Hypophorella expansa. a. a. O. pg. 8. Taf. III. Fig. 12.

Regel etwa um das Zwei- bis Dreifache länger als der Sockel, und hat etwa nur ein Drittel von der Dicke des Sockels. Sie geht aus letzterem durch eine rasche kurze kegelförmige Verjüngung hervor. An ihrem Ende, unterhalb des Kelches ist sie in der Regel etwas kugelig aufgetrieben und vom Kelche selbst durch eine ringförmige Einschnürung getrennt (Fig. 6).

Bei unausgewachsenen Stolonen ist diese Sonderung in einen Sockel und eine Endstrecke noch nicht erfolgt; dann hat die ganze Strecke eine gleichmässige, an diesen Sockel erinnernde Dicke und trägt auf einem schlank kegelförmigen Ende die Anlage des Kelches als eine kleine kugelähnliche Auftreibung. Mit dem Längenwachsthum tritt die Sonderung in Sockel und fadenförmige Endstrecke ein, und bei den grösst ausgewachsenen Exemplaren liegt das Uebergewicht der Länge stets im Bereich der Endstrecke.

So auffallende Grössenunterschiede wie die Schaltglieder zeigen die mehraxigen Glieder des Stockes nicht. (siehe pg. 9).

Der Bau der Stolonen.

An allen Stolonen ist eine Rinden- und eine Marksubstanz zu unterscheiden. Die erste wird aus einer Cuticula und der darunter gelegenen, die Matrix bildenden Epithelschicht, die letztere aus einer Anhäufung von Zellen und Intercellularsubstanz gebildet. Die Menge der Intercellularsubstanz ist in den verschiedenen Bezirken der Stolonen ungleich. Die Zellen werden allgemein als die Zellen einer stützenden Bindesubstanz zu betrachten sein, doch kommen ihnen dabei weit reichende Unterschiede zu, insofern die Zellen offenbar functionell dergestalt ungleich sich entwickeln, dass sie ausscheidende Bedeutung erhalten, vor allem aber contractil werden und damit zu Muskelfasern sich ausgestalten.

Die einaxigen Glieder.

Für die Darstellung der Bauverhältnisse der Stolonen ist von den einaxigen Gliedern auszugehen, da die mehraxigen Glieder nur eine rei-

chere Ausgestaltung der einaxigen sind, mit denen sie ja einen ununterbrochenen Zusammenhang besitzen.

Das einaxige fadenförmige Stengelglied von sehr verschiedener Länge bildet im allgemeinen einen Cylinder, dessen beiden Endflächen mit denen der Nachbarglieder gemeinsam sind; die Querschnittfläche des Cylinders unterliegt mancherlei Abänderungen, insofern sie von der Kreisfläche, welche sie an jungen Gliedern aufweist, durch mehr oder minder grosse Abplattung oval wird, ausserdem aber besondere und sehr ungleiche Ausgestaltung derjenigen Fläche erhält, mit welcher das Glied der Unterlage angeheftet ist. Cylindermantel und Endfläche sind von einer Cuticula und dazu gehörender zelliger Matrix gebildet, welche auf den Endflächen eine centrale kreisförmige Durchbrechung besitzen (Fig. 7. 8). Das Innere des Cylinders ist von der Marksubstanz, einem Gewebe, hergestellt, das durch die Oeffnungen der Endflächen hindurch in die Nachbarglieder hinübertritt und so eine Gemeinsamkeit des Stockes herstellt.

Die Cuticula der einaxigen Stolonen besteht aus mindestens zwei von einander verschiedenen Schichten, innerhalb welcher ihre Substanz durchaus homogen erscheint, und welche die bei chitinösen Cuticularbildungen vieler Würmer vorhandene feine, in den verschiedenen Schichten winklig zu einander stehende Streifung, welche Ausdruck einer Faserung ist, nicht besitzt. Die Schichten sind als eine innere und äussere Schicht zu sondern (Fig 7. 8. 9); die innere ist, abgesehen von der aufliegenden Fläche, meist dicker als die äussere; bei einer Gesammtdicke von 0,004 mm entfallen auf sie 0,002—0,003 mm.

Die innere Schicht der Cuticula ist durch gelbe Färbung und stärkeres Lichtbrechungsvermögen vor der äusseren Schicht ausgezeichnet, und zeigte mir nie eine Spaltung oder feineren Schichtenbau. Ich lege ihr nach der grösseren Lichtbrechung eine dichtere und festere Beschaffenheit als der äusseren Schicht bei. Dass sie auch wohl chemisch von der äusseren Schicht sich unterscheidet, geht daraus hervor, dass sie bei einer Doppelfärbung der Schnitte mit Eosin und Gentianaviolett, und nachfolgender Jodbehandlung sich intensiv roth

färbt, während die äussere Schicht den Farbstoff nicht aufnimmt. Bei Behandlung mit kalter 30 % Kalilösung quillt die äussere Schicht stark, während die innere wohl etwas lichter wird, sonst aber unverändert bleibt. Diese Schicht findet sich an allen Theilen der einaxigen Glieder und zwar ist sie in den diaphragmatischen Scheidewänden allein vorhanden; am Umfange von deren Verbindungsöffnungen bildet sie den convex abgerundeten Rand; in ihrer Dicke zeigt sie hier häufig eine nicht immer ganz durchgehende vom Randtheile stets ausgeschlossene Trennungslinie; diese halte ich nicht für den Ausdruck einer auf Schichtung zurückzuführende Spaltungsebene, sondern vielmehr für die Trennungsebene zweier Blätter einer Falte, die hier auf einander gelegt sind und mehr oder minder mit einander verschmelzen. Mit der Auffassung dieser Cuticularwand als einer durch Faltung gewachsenen stimmt überein, dass die Dicke dieser diaphragmatischen Wand fast doppelt so gross ist als diejenige der inneren Schicht in dem Cylindermantel des Stolo.

Die äussere auf der freien Oberfläche oft fein gerunzelte Schicht der Cuticula ist scharf von der inneren abgesetzt, was durch die Farblosigkeit und den geringeren Glanz deutlich hervortritt. In ihr zeigen sich bei etwas grösserer Dicke im optischen oder reellen Querschnitt unregelmässige Linien, welche als der Ausdruck von Spaltungsflächen erscheinen; bisweilen ist nur eine solche vorhanden, in anderen Fällen findet man mehrere; nie habe ich viele gesehen; und stets sind es im Allgemeinen grosse Theilstücke von der Dicke der Wandung, welche durch diese Ebenen von einander getrennt werden. Danach haben diese Linien offenbar nichts zu thun mit einem schichtenweisen Aufbau der Cuticula, sondern weisen auf eine blätterige Spaltung hin, welche in der äusseren Schicht der Cuticula eintritt.

Zu dieser Schicht rechne ich auch eine plattenförmige Ausbreitung auf demjenigen Umfange des Stengelgliedes, welches dem Pflanzenkörper, der den Stock trägt, sich anschmiegt. Deren Gestaltung ist sehr ungleich und kann wohl den Eindruck hervorrufen, als sei sie aus einer im flüssigen oder halbflüssigen Zustande ausgesonderten und danach erstarrten Masse hervorgegangen, die danach sich einerseits allen

Formverhältnissen der Unterlage angeschmiegt, andererseits sich der Fläche nach sehr ungleich ausgebreitet hat, so dass sie das eine mal eine Platte bildet, welche hoch ist, aber die Breite des Stengelgliedes nicht überschreitet, während sie ein anderes mal mit nach aussen verdünnten Randtheilen sich erheblich unter dem Umfange des Gliedes seitlich ausbreitet. Man wird diese Substanz als die Haftplatte der Stengelglieder bezeichnen können (Fig. 7. 8).

Was die Dicke der Cuticulaschichten betrifft, so können sie, wie angegeben, im seitlichen oder oberen Umfange des Stolo untereinander gleich sein, oder es übertrifft die innere Schicht die äussere; im Bereich der Haftplatte und deren Nachbarstrecken ist dagegen die äussere Schicht erheblich stärker als die innere.

Die unter der Cuticula gelegene Zellschicht lässt in voll ausgewachsenen Gliedern deutlich von einander gesonderte Zellen nur unter der aufliegenden Fläche und im Bereich der diaphragmatischen Scheidewände erkennen, während an der übrigen Strecke Zellgrenzen nicht zu erkennen sind. Damit fällt zusammen, dass an den erstgenannten Bezirken die Zellleiber höher, ihre Kerne einander näher gerückt sind, während unter der freien Aussenfläche des Gliedes die Zellkerne um bedeutend mehr als ihre Länge von einander abstehen; sie erscheinen hier oval in Flächenansichten (0,009—0,012 mm lang, 0,003 mm breit), erheben sich, wie das Kantenansichten zeigen, etwas über die gemeinsame plasmatische Schicht, in welcher sie eingelagert sind (0,002 mm. dick) und lassen unter den Chromatinkörnchen, welche ein Kerngerüst bilden, ein scharf begrenztes grösseres punktförmiges Kernkörperchen erkennen. Die höheren, von einander gesonderten Zellen besitzen ein deutliches Mitom im Zellleibe, und einen mehr kugeligen uninucleolären Kern.

Die Marksubstanz zeigt auf Querschnitten durch die mittlere Strecke (Fig. 7) dieser Stolonenglieder in gefärbten Präparaten einen wabigen Bau, insofern scharfe farblose Linien ungleich grosse und ungleich gestaltete Felder von einander sondern. Diese erscheinen bald ganz oder zum Theil farblos hell, bald in gleicher Weise leicht gefärbt; zeigen auch wohl in der Mitte ein dunkleres Pünktchen; vereinzelt

liegen in den Feldern, in der Regel an den die Grenzen bildenden Linien, dunkel gefärbte Plasma- und Kernstücke. Der reelle (Fig. 9), oder auch der optische Längsschnitt eines genügend hellen derartigen Stengelgliedes lässt nun erkennen, dass diese wabenartigen Räume des Querschnittes langgestreckten Röhren angehören, deren quer durchschnittene Wände die Zeichnung der feldernden Linien erzeugten, und dass die heller oder dunkler gefärbten Bestandtheile in den Feldern dem Plasma und den Kernen dieser Zellen angehören. Danach liegt in der Längs-Axe der Marksubstanz ein Bündel von eng aneinander gepressten langen röhrenförmig gestalteten Zellen, welche eine feste membranartige Wand besitzen, deren Querschnitte das wabige Bild erzeugen; diese Membran umschliesst neben ausgedehnten Hohlräumen, welche im Leben von Flüssigkeit erfüllt sein mögen, jetzt aber leer erschienen, das hell gefärbte Plasma und den dunkler gefärbte Kern. Das Plasma bildet eine grössere Anhäufung um den Kern, ist dabei wohl immer wandständig und spindelförmig ausgezogen, und lässt hier ein dunkler gefärbtes Mitom erkennen; die Verjüngungen, mit denen die Plasmaspindel ausläuft, sind wohl wegen ihrer Zartheit hell gefärbt; sie zeigen insofern ein wechselndes Verhalten, als sie sich plattenförmig ausbreiten oder netzförmige Verstrickungen bilden, häufig sich an die innere Fläche der Zellmembran legen und kaum noch erkennbar sind, seltener sich durch den Vacuolenraum der Zelle ausspannen (cfr. Fig. 15. 16. 20).

Der Kern, 0,009 mm. lang und 0,002 mm. breit, ist meist gleichmässig dunkel von den verwendeten Farbmitteln gefärbt und zeigt dann kein besonderes Gerüst. Ein, seltener zwei kleine Kernkörperchen treten scharf begrenzt aus ihm heraus. Die Länge der Zellen mit Messung sicher zu bestimmen, ist mir nicht gelungen, da ich sie nicht hinreichend isolirt gefunden habe; die Theilstücke, welche ich von ihnen gesehen, nehmen oft einen ansehnlichen Theil von der Länge des Gliedes ein. So bestimmte ich in einem Falle, wo die Lichtung der Zellmembran etwa 0,004 mm. betrug, die Länge des ununterbrochen zu verfolgenden Plasmastranges zu 0,075 mm, davon kamen auf den centralen spindelförmigen Theil 0,024 mm mit einer grössten Breite von 0,003 mm. Gegen das Ende

der Stengelglieder hin erscheinen diese zelligen Röhrenfasern wie eng zusammengefasst, und ziehen als ein zusammengeschnürtes Bündel durch die Oeffnung der Querscheidewand in das Nachbarglied hinüber (Fig. 8. 9), in welchem sie dann, gleichsam wie freigelassen, wieder auseinanderweichen. Hier machen auf den geeigneten Präparaten die Kerne, welche grade in der Diaphragmaöffnung liegen, durch eine nach aussen gewendete Biegung in den Endstrecken der beiden Nachbarglieder den Eindruck, als wären auch sie bei dem Durchtritt durch die Oeffnung zusammengepresst. In kurzen Stengelgliedern liegen die Kerne dieser langen Röhrenzellen einander erheblich näher als in langen Stolonen, in denen sie oft weit auseinander gerückt sind. Ich schliesse daraus, dass an dem Längenwachsthum der Stolonen diese Zellen nicht so sehr durch die Vermehrung ihrer Zahl als durch ihre Längenstreckung Antheil nehmen. Vermuthlich stehen diese axialen längsgestreckten Röhrenfaserzellen durch Anastomosen mit einander in Verbindung, doch habe ich einen sicheren Beweis dafür an diesen Gliedern nicht erhalten können.

Gegen die Oberflächen des Gliedes hin schliessen sich an diese axialen Zellen anders geformte, im übrigen nach der Herkunft doch wohl gleichwerthige Zellen an. In ihrer Ausgestaltung, Zahl und Vertheilung zeigen sie je nach der Gestaltung der Stolonenglieder grosse Mannigfaltigkeit; immer wird das ein gemeinsamer Character der Zellen sein, dass sie von dem centralen Zellleibe plasmatische Ausläufer ausstrahlen lassen. Von den langen Röhrenfaserzellen finden sich danach alle Uebergänge durch kurze dicke Spindelformen mit mehreren Ausläufern zu vollständig platten flächenhaft ausgebreiteten Zellleibern, welche polygonal gestaltet strahlige Ausläufer abgeben (Fig. 20). Liegen solche Zellen, wie das die Regel zu sein scheint, in der obersten Schicht der Marksubstanz unter der Epithellage, so sind sie nach der cylindrischen Mantelfläche, der sie aufliegen, in der Fläche gekrümmt. In solchen Zellen, deren Plasma sich dem der Faserzellen ähnlich verhält, ist dann der Kern kugelig, aber auch durch den Besitz eines, selten zweier scharf herausstechender Kernkörperchen gekennzeichnet. Dagegen ver-

misse ich an diesen Zellen die scharf begrenzte Zellmembran und Vacuolenbildungen in ihrem Binnenraume. Die Flächendurchmesser solcher Zellen aus dem gleichen Stolo, von welchem ich oben die Dimensionen einer axialen Zelle angegeben habe, betrugen 0,006—0,008 mm. der kreisförmig erscheinende Kern hatte 0,004 mm im Durchmesser.

Als eine dritte in den Kreis dieser Markzellen gehörenden Form habe ich solche hervorzuheben, welche in den äusseren Theilen der Marksubstanz, aber nur unter der aufliegenden, die Haftplatte tragenden Fläche des Stengelgliedes sich finden (Fig. 15). Diese Zellen sind kurz spindelförmig oder polyklon, wohl immer mit deutlicher Membran versehen, vor allem aber dadurch ausgezeichnet, dass in ihrem Leibe bald mehr bald minder reich kleine kugelige Körnchen angehäuft liegen, welche auch am lebenden Stocke durch eigenartigen Glanz auffielen. In den conservirten Gliedern sind diese Körncheneinlagerungen gut erhalten und finden sich hier in vacuolenartigen Räumen im Innern der Zelle, liegen also nicht unmittelbar in dem färbbaren Plasma. Das starke Lichtbrechungsvermögen, welches diese Masse im Leben kennzeichnete, hat die sonst durchaus homogene Substanz dieser Körnchen behalten; da sie durch Osmiumbehandlung nicht gefärbt, bei der Einbettung in Paraffin und folgenden Behandlung mit Terpentin nicht gelöset sind, so sind diese Gebilde kein Fett. Immerhin halte ich sie für Erzeugnisse der Zellthätigkeit; und es entsteht nun die Frage, ob diese Körperchen abgelagerte Excrete oder Stoffe sind, die als Reservestoffe für den Haushalt des Thieres noch verwendet werden. Und da hat sich mir die Vermuthung aufgedrängt, diese Körperchen könnten in irgend einer Beziehung zu der Bereitung des Materials stehen, aus welchem die Haftplatte besteht. Dafür spricht der Umstand, dass nur die Zellen der Marksubstanz, welche der Haftplatte zunächst liegen, diese Substanz in sich anhäufen. In einigen Fällen hat es mir selbst scheinen wollen, als ob einzelne dieser Zellen durch die Epithelschicht hindurch mit ihrem Leibe träten und selbst die hornige Schicht der Cuticula durchbrächen, so dass sie an solchen Stellen unmitelbar ihr Erzeugnis an die Oberfläche zu befördern im Stande wären.

Als eine besondere Gestaltung, die vielleicht auf eine enge Anschmiegung der Basalfläche an die Unterlage oder als ein durch Besonderheiten der letzteren hervorgerufener Zustand aufzufassen ist, erwähne ich die Bildung, dass auf dieser Fläche die ganze Dicke der cuticularen Schicht kleine, aber oft sehr unregelmässige Faltungen macht, die bald nach aussen bald auch nach innen gegen die Marksubstanz vorspringen. So kommt es zu Aussackungen und Vorsprüngen der Cuticula, mit welchen taschen- und nischenartige Räume begrenzt werden; auch einen von aussen nach innen vorspringenden hohlen dornartigen Zacken habe ich einmal auf Querschnitten gefunden, und stelle ihn nach seinem Ansehen in die Reihe dieser Bildungen.

Schliesslich sei hier auch der Besonderheit gedacht, dass durch eine Verletzung des Stockes eine diaphragmatische Endplatte den Abschluss bildet, ohne neue Knospen zu erzeugen. Ich habe einen derartigen Fall beobachtet. Ein langes einaxiges Stengelglied war zu Grunde gegangen bis auf die äussere helle Chitinschicht, die als leeres Rohr erhalten war. Hier war nun die Diaphragmaöffnung gegen das benachbarte mehraxige Stengelglied durch eine compacte, aus der gelben Chitinsubstanz gebildete Masse geschlossen, die wie ein Pfropf in diese eingefügt steckte und als unregelmässiger Zapfen nach aussen darüber hervorragte. Subcuticulare Zellen lagen nur auf der jetzt allein inneren Fläche der Scheidewand (Fig. 10).

Die mehraxigen Glieder.

Der Bau der mehraxigen Stolonenglieder ist in deren verschiedenen Bezirken ungleich von einander; und danach sind die aufliegenden Strecken zunächst vom Träger zu sondern.

Von diesen aufliegenden Strecken sind nun die fadenförmigen Stücke, an welche sich die einaxigen Stolonen anschliessen, ganz wie diese gebaut: die Cuticula ist ringsum aus der doppelten ungleich festen Schicht, mit der besonderen Entwicklung der Haftplatte gebildet, ihre Matrix stimmt mit jener der einaxigen Stolonen überein; in die Marksubstanz treten von den Nachbarstolonen die Röhrenfaserzellen ein und

setzen sich in ihnen fort, und in deren äusseren Schichten kommen die sternförmigen Zellen hinzu, welche zumal im Bereich der Haftplatte reichlich die Einlagerungen der geschilderten Körner aufweisen.

Die centrale Strecke des aufliegenden Theiles der mehraxigen Stolonen, von welcher die fadenförmigen Ausläufer abgehen, hat, wie sie den Ursprung vom Sockel des Trägers bildet, in ihrem Bau Verhältnisse, welche einen Uebergang von den einaxigen Gliedern zum Sockel darstellen.

Dahin rechne ich zunächst das besondere Verhalten der Cuticula; diese trägt an der aufliegenden Fläche eine Haftplatte wie die einaxigen Glieder. Weiterhin aber zeigt sich am Umfange dieser centralen Strecke ein besonderes Verhalten der dichten braungelben Cuticularschicht darin, dass eine solche nur an der Basis und an einem Theil des seitlichen Umfanges vorhanden ist, so dass sie, isolirt gedacht, einen napfartigen, nach oben geöffneten Behälter darstellt, aus dessen Seitenwänden die zu den einaxigen Stolonen führenden rings geschlossenen Röhren dieser Substanz hervorgehen. Ueber dieser festen Chitinwand liegt allgemein die nach unten unter die Haftplatte, nach oben auf die Wand des Sockels sich fortsetzende hellere Schicht (Fig. 11).

Die Marksubstanz dieses Abschnittes enthält als centralen Theil die Masse der aus den einaxigen Stolonen kommenden Röhrenfasern, welche bei nur zwei einander gegenüber stehenden Nachbarstolonen einen einheitlichen Strang bilden, der geradlinig von dem einen Diaphragma zum gegenüberstehenden läuft. Sind aber vier Nachbarglieder vorhanden, so entsteht nicht etwa eine Durchkreuzung zweier rechtwinklig auf einanderstossender Stränge von Faserzellen, sondern es zweigen sich von der äusseren Schicht eines querdurchziehenden Stranges in der Mitte des Stolo Fasern ab und setzen einen je nach rechts und links ziehenden Strang zusammen (Fig. 9). Danach würde man gegebenen Falls mit der Berücksichtigung dieses Verhältnisses zu einer Entscheidung darüber kommen können, welche der vorliegenden von einem Kreuzpunkte ausgehenden Stolonenreihen die ältere ist; denn es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass diejenigen Glieder, welche durch einen gemeinsamen Faserstrang verknüpft werden, die früher vorhandenen

sind, zu welchen mit einer späteren Knospung die beiden anderen hinzutraten, welche ihre centrale Fasermasse durch Abzweigung von dem primären Zuge erhielten.

Um die Fasern lagert sich die Gewebsmasse, welche in den Sockel hinübertritt und die im Zusammenhang mit diesem zu schildern ist.

Im Bau des Trägers tritt die grösste Mannigfaltigkeit auf, und es verlangt daher der Sockel und der Stiel des Trägers eine gesonderte Beschreibung.

Der Sockel der Träger ist besonders durch die Entwicklung seiner Gewebe ausgezeichnet, worauf die an ihn gebundene Beweglichkeit beruht. Diese Besonderheit ist aber in der Rinde wie in der Marksubstanz vorhanden (Fig. 11. 12).

In der Rinde ist die Cuticula unterschieden von der der Nachbarstrecken, und zwar dadurch, dass ihr die innere dichtere und gelbe Schicht fehlt, welche den Nachbarstrecken Festigkeit giebt. Die Cuticula bildet eine gleichförmige, farblose glashelle und 0,004—0,009mm dicke Haut, welche nach jeweiligen Zuständen wechselnd bald mehr bald minder starke ringförmige Furchen auf ihrer Aussenfläche trägt. Mit dem Fehlen der glänzenden, gelben Schicht geht ihr die Starre der übrigen cuticularen Strecken ab, und dass sie weicher ist als diese, wird auch dadurch belegt, dass sie bei einem Zusatz von schwachen Säuren, welche die übrigen Cuticularstrecken kaum merklich verändern, stark quillt und sich aufbläht. In ähnlicher Weise wirkt die kalte 30% Kalilauge. Uebrigens leistet sie doch auch der kochenden Kalilauge Widerstand und wird von dieser nicht gelöst.

Wo der Sockel in Nachbartheile des Stolo übergeht, besonders deutlich an der kegelförmigen Uebergangsstrecke zum Stiel, schärft sich die feste, gelbe innere Cuticularschicht von aussen nach innen keilförmig zugeschnitten zu, und läuft in solcher Weise aus, während die äussere farblose Schicht den Zusammenhang mit der Cuticula des Sockels besitzt und unmittelbar in diese übergeht (Fig. 22. 23).

Die weichere Beschaffenheit der Cuticula ist die Bedingung für die am Sockel vorhandene Beweglichkeit.

Die Matrix der Cuticula zeigt keine Besonderheiten; mit Ausnahme der Endstrecken liegen in einer 0,002 mm dicken Plasmaschicht, in der Zellgrenzen meist nicht zu erkennen waren, in grossen Abständen von einander ovale Kerne, welche etwas dicker als die umschliessende Zellmasse sind, und daher das Niveau derselben hier gegen die Markschicht um ein geringes vortreiben (Fig. 12. 13). An der oberen kegelförmigen Zuspitzung des Sockels rücken die Zellkerne näher an einander, bis sie in die nachher besonders zu besprechende Einrichtung am Ende dieser Strecke übergehen.

Drüsenbildungen gehen aus der subcuticularen Epithelschicht nicht hervor.

Die Marksubstanz des Sockels trägt auf ihrem äusseren Umfang, angrenzend an die oben geschilderte Epithellage einen ringsum geschlossenen starken Mantel von Muskelzellen, welcher aus der Lichtung des basalen aufliegenden Stückes hervorgeht und seine obere Grenze an der kegelförmigen Verjüngung des Sockels findet (Fig. 11. 12).

Diese Muskularis setzt sich aus einem äusseren Fasermantel und einer inneren dazu gehörenden einfachen Schicht von blasenartigen Zellleibern zusammen. Die Faserschicht hatte in einem Sockel von 0,68 mm Dicke und bei einer Markschicht von 0,12 mm eine Dicke von 0,015 mm; und wurde dann von 3—5 übereinander liegenden Faserlagen gebildet; die auf der Innenfläche des Fasermantels liegenden Zellleiber sind einschichtig geordnet und liegen locker nebeneinander (Fig. 12).

Die einzelne Muskelfaser beschreibe ich aus dem Befunde der optischen und wirklichen Längs- und Querschnitte (Fig. 11. 12. 13). Zunächst beruht das darauf, dass ich anfänglich bei allen Macerationsversuchen nicht dahin kam, gut erhaltene Muskelfasern zu isoliren. Erst nach Abschluss dieses Theiles meiner Untersuchungen machte ich die Erfahrung, dass ein Kochen des Sockels mit 30% Kalilauge die Fasern leicht von einander sondert. An solchen Präparaten bestätigte ich, was ich über die Gesammtform der Faser an den Querschnitten erkannt hatte; die feineren Structurverhältnisse waren dagegen hier mit gleicher Sicherheit wie an den Querschnitten nicht zu erkennen.

Das einzelne Element dieser Muskularis besteht aus dem Zellkörper und der mit diesem zusammenhängenden contractilen Faser. Der Zellkörper ist ein blasenförmiges Gebilde, welches mit dem keulenförmigen oder kugeligen Theile der Marksubstanz des Trägers anliegt und gegen die Rindenschicht einen leistenartig stark zusammengepressten Fortsatz wendet, dessen Kante von der contractilen Faser gebildet wird, welche dann aber in ihrer Längsausdehnung die Anheftungsstrecke am Zellleibe weit überschreitet. Die ganze Muskelzelle ist danach annähernd in der Weise gestaltet, wie die bekannten Muskelfasern der polymyaren Nematoden gebaut sind (Fig. 13. 14). — Der blasenförmige Zellkörper hat eine deutliche Membran, welche sich auf den leistenförmigen Fortsatz bis an die hier anhängende contractile Faser fortsetzt. Diese Membran umschliesst ausser grossen hellen vacuolenartig aussehenden Räumen eine schwach färbbare, bald mehr bald minder ausgedehnte, mit einem Theil stets wandständige Plasmamasse, welche, so wechselnd auch ihr Verhalten gegenüber den Vacuolen ist, doch stets den Kern umschliesst und deutliches Mitom besitzt. — Daneben erscheinen, allerdings nicht in allen Zellen, das Licht stark brechende und intensiver als das Plasma sich färbende fadenförmige Stränge, welche die Fäden des Mitoms bedeutend an Stärke übertreffen, vorwiegend straff und gerade gestreckt, oft fast balkenartig erscheinen, und im Innern der Zelle bald gruppenweis vereinigt, bald ganz vereinzelt sind. Sie laufen im Innern des Zellkörpers vorwiegend in der Richtung der Längsaxe des ganzen Sockels, doch auch so, dass sie schräg dazu gestellt sind, dann bisweilen sich einander kreuzen. Am kenntlichsten pflegen sie in den Vacuolenräumen zu sein, welche den der Marksubstanz zugewendeten Theil der Zelle einnehmen; gelegentlich habe ich sie hier zu einem Bündel gruppirt gefunden; sie stehen aber auch in dem leistenförmigen Theile der Zelle, und sind bisweilen unmittelbar an die contractile Fasermasse angeschlossen. Ich nenne diese Fasern Myonemen (Fig 13. 14).

Die lange contractile Faser der Muskelzelle ist seitlich zusammengepresst, so dass sie eine Kante im Allgemeinen gegen die Rindenschicht, die andere gegen die Markschicht wendet (Fig. 12. 13). Ihre Masse ist

stark lichtbrechend, glänzend; unter schwächeren Vergrösserungen erscheint sie homogen, während ihre Querschnitte bei starker Vergrösserung ($^1/_{24}$ Winkel Immersion) die Abgrenzung kleiner Partikelchen und damit ein fibrilläres Gefüge erkennen lassen. Bei Färbung mit Eosin oder bei Doppelfärbung mit Haematoxylin und Eosin färbt sich diese Substanz intensiv roth. Da nun die von mir als Myonemen bezeichneten isolirten Fibrillen in den Vacuolen des Zellleibes mit dem starken Lichtbrechungsvermögen dieser contractilen Substanz gleichkommen, ausserdem aber bei der genannten Doppelfärbung wie die contractile Substanz sich roth färben, so halte ich die Myonemen für isolirte feinste Fasern der contractilen Masse und wählte danach die bei Protozoen eingeführte Bezeichnung. Da ferner die Myonemen nicht in allen Zellen oder wenigstens nicht überall in gleicher Zahl angetroffen werden, so ist es möglich, dass sie mit der Bildung und der Ergänzung der contractilen Randfaser zu thun haben; dafür spricht das Bild, in welchem Myonemen an die randständige Faser hinantreten.

Aus den Querschnitten von verschiedenen Strecken der Muskelfaser entnimmt man zunächst, dass ihre fibrilläre und contractile Substanz an der Stelle, wo sie mit dem plasmahaltigen Zellkörper in Verbindung steht, in zwei Blätter auseinander weicht, welche in die Seitenflächen des leistenartigen Fortsatzes des Zelleibes übergehen, so dass dessen plasmahaltiger Binnenraum in einen rinnenförmigen Theil der Faser hinübertritt. Ueber diesen Bezirk hinaus, erscheint die Faser röhrenförmig, insofern die fibrilläre Substanz einen hellen, centralen Hohlraum umschliesst, der durch den rinnenförmigen Abschnitt in den Zellkörper hinüberführt und mit dessen Plasma zusammenhängt; noch weiterhin gegen das Ende der Faser ist diese besondere centrale Substanz geschwunden, und die Faser besteht hier ausschliesslich aus der fibrillären Substanz. — Diese meine Schilderung hat eine Muskelzelle im Auge, an welcher die contractile Substanz, als eine lange bandartige, zum Theil röhrenförmige Faser nach zwei Richtungen hin in der Länge des Sockels die Zelle überragt. Für Muskelzellen aus dem mittleren Theil des Sockels trifft das sicher zu; und in Macerationen mit 30%

kochender Kalilösung erhält man solche Muskelfasern ganz isolirt. Da aber die plasmatischen Leiber dieser Zellen in der ganzen Länge der Muskularis auflagern, so ist an den beiden Enden des Sockels die einzelne Muskelzelle wohl so gestaltet, dass die Faser vorwiegend oder ganz in nur einer Richtung von dem plasmaführenden Zellleibe abgeht, die ganze Muskelzelle also unter dem Bilde einer keulenförmig endenden Faser aufgefasst werden kann. Für eine solche Auffassung spricht die an Längsschnitten durch den Sockel leicht zu machende Wahrnehmung, dass die blasenförmigen Zellleiber an den beiden Endstrecken des Muskelmantels sich zu einem Ausläufer ausziehen, welcher die Richtung nach oben oder unten einschlägt, wie wenn von ihnen die Fasern einzig je nach auf- oder abwärts liefen.

Die Endigungen der Fasern sind da, wo sie an die innere Oberfläche der Rindenschicht anstossen und sich anheften, breit und weichen wie in grobe Splitter zertheilt auseinander (Fig. 25). Querschnitte des Sockels machen es aber wahrscheinlich, dass Fasern auch in der Dicke der Muskularis ihre Endigung finden, und dann vermuthlich einfach zugespitzt auslaufen.

Als einen in seinem Auftreten sehr wechselnden Bestandtheil im Leibe dieser Muskelfaserzellen erwähne ich Kügelchen, welche ganz denjenigen gleichen, die ich aus den Röhrenfaserzellen der Stolonen bereits beschrieben habe und noch erwähnen werde. Sie treten in den Vacuolen dieser Zellen auf, aber seltener als in den Röhrenfaserzellen.

Der Kern der Muskelfaserzelle ist kugelig, unterscheidet sich bei Doppelfärbung mit Haematoxylin-Eosin dadurch, dass er im Gegensatz zum Plasma und zur contractilen Substanz, welche dabei roth gefärbt sind, tief blau wird; in seinem Innern tritt dann das Gerüst der Kernfasern stärker hervor, und neben diesen meist ein, selten zwei, scharf begrenzte Nucleolen.

In Macerationspräparaten mit kochender Kalilauge, in denen vermuthlich Schrumpfung stattfindet, habe ich anscheinend unverletzte Fasern mit einer Länge von 0,27 mm gefunden; es ist danach möglich, dass es Fasern giebt, welche sich durch die ganze Länge des Sockels

erstrecken. Sicherlich gilt das aber nicht für alle Fasern, da man auf Querschnitten durch den Sockel stets Querschnitte von compacten, stark verdünnten Faserenden findet, welche zugespitzt auslaufen. Auf dem Querschnitt einer Muskelzelle, welcher die der Epithelfläche anliegende contractile Faser in ihrer Spaltung, andererseits den Zellleib und dessen Kern getroffen hatte, war die Höhe der ganzen Zelle 0,036 mm; der Durchmesser des blasenförmigen Zellleibes betrug 0,015 mm, der des Kernes 0,009 mm, die Höhe der contractilen Faser 0,006 mm, die Dicke der Myonemen war 0,001 mm; die grössten von mir gemessenen Muskelfasern hatten Quermesser von 0,006 mm auf 0,003 mm.

Der Muskelmantel, welcher von solchen Zellen auf der Aussenfläche der Marksubstanz des Sockels gebildet wird, ist in dessen Bereich ein völlig geschlossener, dessen Fasern innig zusammenhängen (Fig. 12). Das schliesst nicht aus, dass einzelne Theile des Umfanges isolirt in Thätigkeit treten, wie das bei den Beugebewegungen im Bereiche des Sockels angenommen werden muss, während eine gleichmässige Zusammenziehung des gesammten Muskelmantels den Sockel zusammendrücken wird. Ursprung und Ansatz des Muskelmantels ist aber nicht in gleicher Weise nach Art eines geschlossenen Hohlcylinders zusammenhängend; denn die Muskelfasern, welche aus dem Bereiche des Basalstückes des mehraxigen Stolo aufsteigen, werden in zwei oder vier Massen zerlegt, jenachdem von nur zwei oder von vier Nachbarstolonen die Züge der Marksubstanz in dieses Basalstück hinübertreten (Fig. 9). Dagegen ist der Ansatz des Muskelmantels auf dem kegelförmig verjüngten oberen Ende des Sockels, wo dieser in den Stiel übergeht, ein ununterbrochener.

Die von der Muscularis umschlossene centrale Masse des Sockels enthält einen in solcher Form in den einaxigen Stolonen nicht vorhandenen Bestandtheil (Fig. 12). Das ist eine Intercellularsubstanz, welche in den axialen Theilen des Sockels am stärksten entwickelt zwischen die wie in den Stolonen gestalteten Röhrenfaserzellen eingelagert ist und diese bald mehr bald minder von einander sondert. Im lebenden Thier zeigte mir die Masse keinerlei Structur, doch konnten die hierauf bezüglichen Untersuchungen nur mit verhältnismässig schwachen Ver-

grösserungen (Winkel Obj. 8) angestellt werden. Auf Schnitten durch den Sockel, welche mit Haematoxylin oder Eosin gefärbt waren, trat bei der Verwendung starker Vergrösserungen (W. $^1/_{24}$) in der Intercellularmasse entweder eine feine Punktirung oder auch das Bild einer reticulären Zeichnung, welche nicht gleichmässig war, hervor (Fig. 19); die volle Ueberzeugung, dass die Intercellularmasse ein fibrilläres Gefüge besitze, habe ich nicht gewonnen. — Gegen die Membranen der eingeschlossenen Zellen war die Masse stets scharf abgesetzt, und einen allmähligen Uebergang des Plasma der genannten Zellen in diese Substanz habe ich nicht gesehen. Geht also in der Entwicklung die Intercellularsubstanz aus den Zellen hervor, so ist sie wahrscheinlich als deren Abscheidungsproduct entstanden.

Die Zellen der Marksubstanz sind in den centralen Theilen langausgezogen spindelförmig, so dass von der den Kern einschliessenden mittleren Strecke nach oben wie unten ein verschmälerter Ausläufer abgeht; dieser nimmt dann ausgesprochene Röhrenform an (Fig. 11); alle diese Zellen sind aber vermuthlich mit mehrfachen Ausläufern versehen, nur treten solche an diesen axialen Zellen, da sie auf eine grössere Strecke vertheilt sind und unter spitzen Winkeln von dem Hauptzellkörper abgehen, weniger hervor. Auf dem Querschnitt durch den Sockel (Fig. 12) sieht man daher zerstreut eingelagert in die Grundsubstanz neben kleineren kreisförmigen Figuren, den Durchschnittsbildern der Endstrecken oder der seitlichen Ausläufer, grössere, Plasma und Kerne enthaltende kreisförmige Schnitte; und wenn man einen derartigen grösseren Querschnitt hart an einem kleineren hellen Kreis angelagert findet, so zeigt dieses Bild, dass die Sonderung der Zellen durch die Zwischensubstanz keine ganz vollständige ist, insofern der dünnere Ausläufer einer Zelle hart an den Zellleib einer anderen angeschmiegt ist. Im Umfange der axialen Strecke sowie in der Basis treten kürzere, deutlich sternförmig verzweigte Zellen in der mannigfaltigsten Form und Lage auf; doch habe ich derartige Abplattung, wie sie die gleichen Zellen der einaxigen Stolonen zeigten, hier nicht gesehen.

In den so gestalteten Zellen ist bei der Doppelfärbung mit Haemato-

xylin-Eosin das Plasma röthlich, der Kern blau gefärbt. Das Plasma ist in den langausgezogenen Zellen fast überall reticulär und bildet auf der inneren Oberfläche der Zellmembran wandständige Ueberzüge, welche von einer grösseren Plasmaanhäufung um den Kern herum ausgehen, mit denen andere in der Lichtung der Zelle laufende Plasmabalken zusammenhängen. Bisweilen findet man Plasmaleiber benachbarter Zellen durch einen stärkeren Plasmastrang verbunden (Fig. 21.) In den mehr sternförmig gebildeten Zellen der äussern Schichten und besonders des Grundtheiles der Marksubstanz liegt das Plasma meist als ein mehr oder minder homogener Hof im Umfang der Zelle und verbreitet sich von hier aus nach allen Richtungen gleichmässig reticulär werdend.

Der Kern ist in den langausgezogenen Zellen spindelförmig, in den sternförmigen Zellen annähernd kugelig, zeigt ein körnig-faseriges Kerngerüst und ein, selten zwei kleine scharf begrenzte Kernkörperchen.

Alle diese Zellen können die bereits aus den gleichen Zellen der einaxigen Stolonen erwähnten Einlagerungen von kugeligen Körnern besitzen, die in den langen axialen Zellen fehlen oder spärlich vorhanden sind, in den mehr sternförmig geformten Zellen der äusseren Schicht, besonders aber in denen der basalen Strecke nur selten fehlen, meist dagegen reichlich vorhanden sind. Diese Körner liegen im Plasma, theils ganz vereinzelt und zerstreut, theils in Längsreihen fast rosenkranzförmig an einander gereiht; bisweilen kommen auch einzelne grössere Kügelchen daneben vor; in den Zellen des basalen Theiles, wo sie im Plasma am reichsten entwickelt zu sein scheinen, bilden diese Einlagerungen häufig fadenförmige in Netzen zusammenhängende Massen; in einzelnen Fällen (Fig. 19) lagen sie an den Polen des Kernes in hellen vacuolenartigen Räumen.

Auf der Grenze vom Sockel zum Stiel, da wo die kegelförmige Verjüngung des ersteren an den kreisförmigen Querschnitt des letzteren anstösst, findet sich eine auf der Aussenfläche nicht hervortretende, aber bei lebenden Thieren durch die Körperwand hindurchscheinende Einrichtung, deren Bedeutung mir nicht klar geworden ist (Fig. 22).

Es entspringt hier jederseits auf demjenigen Theil des Umfanges

des cylindrischen Stieles, welcher der breiten Fläche des Kelches entspricht, eine halbmondförmige Platte, welche convex-concav gebogen ist, mit ihrem freien Rande und mit der concaven Fläche gegen den Sockel in dessen kegelförmig verjüngten Theil hineinhängt und dabei mit diesem Rande um fast ihre ganze Höhe weiter nach unten ragt als ihre Ursprungslinie steht. Die beiderseitigen Platten rücken dabei soweit gegen einander, dass zwischen ihnen nur ein schmaler spaltartiger Raum zum Durchtritt von Röhrenfasern der Marksubstanz bleibt.

Ich bezeichne jedes dieser Gebilde als eine Platte, wiewohl ich lange geschwankt habe, ob es nicht richtiger als Falte zu bezeichnen sei. Diese Platte geht von der inneren Schicht der Cuticula aus, und ist auf jeder ihrer Flächen um den freien Rand herum von dicht gedrängten Zellen der Matrix mit kugeligen Kernen bekleidet.

Zwischen dem Ursprunge dieser beiden Platten, auf dem Theile des Umfanges des Trägers, welcher je einer Kante des Kelches entspricht, bildet die Matrix der Cuticula einen schmalen Gürtel von Zellen, die dadurch ausgezeichnet und auffallend sind, dass ihre Kerne spindelförmig verlängert sind, mit ihrem grössten Durchmesser quer zu der Längsaxe des Trägers stehen und dicht aneinander rücken. Dieser so ausgezeichnete Gürtel geht in die Matrixzellen des Plattenpaares über, ist aber scharf gegen die übrige Matrix der Cuticula des Trägers abgesetzt (Fig. 23).

Was diese ganze Bildung bedeutet, ist mir nicht klar geworden. Insofern als jede der halbmondförmigen Platten nach Art der Diaphragmen in den Stolonen durch eine nach innen gerichtete cuticulare Platte gebildet wird, könnte man vermuthen, es handle sich um eine Grenzmarke zwischen Sockel und Stiel des Trägers und jede dieser Strecken sei danach einem Stolonengliede gleich zu setzen. Allein zwischen der Form der Scheidewände in den Stolonen und dieses Klappenpaares besteht doch ein so weit gehender Unterschied, dass ich eine solche Parallele zu ziehen für ungerechtfertigt halte, um so mehr als die Diaphragmen in den Stolonen von Anfang an ringförmig sind und nicht etwa aus der Verwachsung zweier Hälften hervorgehen. Eine frühe Form der Diaphragmen kann danach das Klappenpaar nicht vorstellen;

dass es aber durch Rückbildung aus einer Stolonenscheidewand abzuleiten wäre, dafür bietet der ganze Bau des Trägers keinen Anhalt.

Ich habe die Bildung auch darauf hin geprüft, dass sie vielleicht eine Oberflächenvergrösserung für den Ansatz von Muskelfasern darstellte; ich habe aber an die dem Sockel zugewendete concave Fläche dieser beiden Platten nie Muskelfasern ansetzen sehen. Nur die Bedeutung könnte man dem Gebilde zuschreiben, dass es der Wand des Stieles gerade oberhalb der Strecke, an welcher der Zug der Muskelfasern angreift, eine grössere Widerstandsfähigkeit giebt und damit Knickungen an dieser Stelle vorbeugen kann.

An den Stielen der Träger unterscheidet sich die obere etwas kugelig angeschwollene Verdickung, das Uebergangs- und Verbindungsstück mit dem Kelche, in seinem Bau so sehr von der unteren fadenförmigen Strecke, dass es eine besondere Beschreibung erfordert.

Voran schicke ich die zum Verständnis des Baues der fadenförmigen Strecke nöthigen Angaben. — Diese Strecke, an welcher zunächst eine Rinden- und Markschicht, wie an den Stolonen, zu sondern ist, zeigt in der ersteren bei den verschiedenen Einzelwesen ein sehr ungleiches, sicher auf Altersunterschiede zurückzuführendes Verhalten. Dieses kann bei zwei zum Vergleich gestellten Stöcken über die ganze Länge eines jeden von ihnen vorhanden sein, oder es zeigt sich, dass die Besonderheiten, welche ich als Zeichen grösseren Alters auffasse, in der basalen Strecke eines Trägerstieles mehr oder minder weit vom Sockel ab aufwärts vorhanden sind, der terminalen Strecke aber fehlen, so dass also diese als Folge des Alters oder völliger Ausreifung zu bezeichnende Bildung vom Sockel ab gegen den Kelch hin vorschreitet, niemals jedoch, soweit ich gesehen habe, auf das angeschwollene Endstück übergreift.

In den jüngeren Zuständen weist die im allgemeinen dünnere (0,003 mm) Cuticula ringsum die beiden Schichten einer inneren, stärker das Licht brechenden, gelben und einer äusseren weniger glänzenden Masse auf, wobei die innere Schicht dünner als die äussere ist (Fig. 24 d). Die Matrix dieser Cuticula besteht aus mässig hohen polygonalen Zellen, welche, wie eine Flächenansicht (Fig. 24 c) zeigt, häufig durch schmale

helle Räume von einander getrennt sind. Ihr Plasma ist meist gleichmässig gefärbt, feinkörnig; es umschliesst einen hellen fast kugeligen, 0,006 mm. grossen Kern mit einem stark gefärbten Nucleolus.

In Abständen von einander wird dieses gleichmässige Zelllager von einzeln stehenden Gruppen anders gestalteter Zellen unterbrochen, über welchen die Cuticula punktförmig durchbohrt erscheint (Fig. 24. 28). Eine solche Zellgruppe, welche im Ganzen die Gestalt eines (0,015 mm hohen) Kegels hat, der mit der Spitze der Cuticula zugewendet ist, mit der etwas gewölbten (0,019 mm breiten) Basis über die innere Fläche des subcuticularen Epithels gegen die Markschicht vorspringt, besteht aus drei kegelförmigen Zellen, welche eng aneinander gelegt die Form des Gesammtorganes ausmachen. Die Spitze der Gruppe tritt in die Substanz der Cuticula ein, treibt sie auseinander und es entsteht so im Centrum dieses Cuticularbezirkes eine äusserst feine punktförmige Oeffnung auf der Oberfläche, welche allem Anscheine nach die Mündung eines feinen Röhrchens ist; ob dieses sein inneres Ende in einer der drei Zellen, oder zwischen diesen findet, habe ich nicht mit aller Sicherheit entscheiden können, neige mich aber der letzteren Auffassung zu. Die einzelne kegelförmige, an der Basis 0,009 mm breite Zelle hat ein Plasma, welches meist lichter und weniger gefärbt ist, als das der umgebenden Epithelzellen; im Grunde der Zelle liegt der kugelige, 0,006 mm grosse uninucleoläre Kern.

Die mit dem höheren Alter, der vorgerückten Reife, sich einstellende Bildung beruht im wesentlichen auf einer Verdickung der inneren, nun hornbraunen Schicht der Cuticula, die dann so mächtig wird, dass sie die äussere hellere Schicht an Stärke erheblich übertrifft (0,0045 mm: 0,0015 mm). Bisweilen hat es bei starker Entwicklung der inneren Schicht, zumal wenn man nicht an Querschnitten untersucht, den Anschein, als fehle die äussere Schicht ganz; hier lässt aber die Behandlung mit 30% Kalilauge dann die äussere Schicht unter Quellungserscheinung sich von der inneren, unverändert bleibenden, sondern und faltig abheben. — Das subcuticulare Epithel hat insofern eine Aenderung erfahren, als seine Zellen offenbar platter geworden sind; da nun

die Kerne dieser Zellschicht in grösseren Abständen liegen, so kann dieser Verlust an Höhe der einzelnen Zelle durch eine grössere Flächenausbreitung an ihr ausgeglichen sein; es braucht daher die Zunahme der Cuticula nicht auf Kosten der Substanz der Zellleiber erfolgt zu sein. Am auffallendsten tritt nun der Altersunterschied an den isolirten Zellgruppen und der zu ihnen gehörenden Cuticularbildung zu Tage. Schon mit schwachen Vergrösserungen betrachtet zeigen die Stiele der älteren Träger auf ihrer Oberfläche zerstreut auffallend hellere Punkte. Diese sind dadurch entstanden, dass die Verdickung der inneren Cuticularschicht über jeder Gruppe der drei Zellen nicht gleichmässig wie an den übrigen Strecken zugenommen hat; es ist diese Verdickung vielmehr am Umfange der kegelförmigen Zellgruppe gegen die Marksubstanz so fortgeschritten, dass dadurch in der Dicke der Schicht ein gegen die Marksubstanz kegelförmig erweiterter Hohlraum entstanden, in welchem nun der grösste Theil der Zellgruppe eingelagert erscheint. Die feine kanalförmige Durchbrechung der äusseren Cuticulardecke erhält sich, wie in den jüngeren Zuständen. Ob die Zellen unter diesen Poren selbst eine besondere Veränderung erfahren, konnte ich mit Sicherheit nicht feststellen; in ganz alten Trägern mit sehr dicker und dunkler Cuticularschicht ist mir ihr Nachweis nicht immer gelungen, so dass sie möglicher Weise dann geschwunden sind. Doch ist zu bedenken, dass bei solchen Verhältnissen die Einwirkung der conservirenden Mittel erschwert, vielleicht ausgeschlossen ist.

Von der Bedeutung dieser Zellgruppen kann ich zur Zeit nur das Negative mit Sicherheit aussagen, dass sie nach der Form der Höhlungen der Cuticula, in welche sie aufgenommen werden, mit der Abscheidung der Cuticularsubstanz nichts zu thun haben. Als Nervenendapparate kann man sie nicht bezeichnen, da ich nervöse Elemente überhaupt in den Trägern sowenig wie in den Stolonen habe nachweisen können. So bliebe die Annahme, dass es sich hier um eine Bildung von Hautdrüsen handle, deren Secret durch ein feines Canälchen nach aussen gebracht würde. Gesehen habe ich ein solches Secret an den lebenden Thieren nicht; dagegen finde ich in Präparaten, die mit Me-

thylgrün gefärbt sind, bisweilen zwischen den Zellen tief grüne homogene Massen, welche ich für ein Secret halten möchte. Dass die Canäle durchlässig sind, dafür spricht der Umstand, dass an Präparaten, die in Glycerin eingeschlossen waren, über je einer punktförmigen Durchbrechung ein kleiner ölartiger Tropfen steht, den ich allerdings nicht als ein Secret, sondern als ein Zersetzungsproduct der hinter dem Canal gelegenen Zellmasse ansehe.

Die Marksubstanz der Stiele entspricht am meisten derjenigen der einaxigen Stolonen, insofern sie ähnlich wie deren Axe aus langen Röhrenfaserzellen besteht, die um so länger sind und deren lange spindelförmige Kerne um so weiter von einander entfernt sind, je länger der Träger ist, dessen Mark sie bilden. Intercellularsubstanz fehlt hier (Fig. 24 d. 26. 28).

Bei der Beschreibung des den Träger abschliessenden Uebergangstückes halte ich zunächst die Sonderung einer Rinden- und Markschicht fest; beide gehen continuirlich in entsprechende Bestandtheile des Kelches hinüber, und so wird hier die Beschreibung schon einiger Theile zu gedenken haben, welche im Bereiche des letzteren liegen (Fig. 26—37).

Die Cuticula besteht aus einer einzigen gleichförmigen Masse, welche nicht gelb gefärbt, sondern farblos und glänzend erscheint; sie ist als eine Fortsetzung von der äusseren Schicht der Cuticula des Trägers anzusehen, die aber stärker (0,009 mm) als diese ist. Eine besondere Mächtigkeit (0,025 mm) erreicht sie auf der Grenze zum Kelch, wo die äussere ringförmige Einschnürung Träger und Kelch von einander absetzt; hier tritt die innere Oberfläche der Cuticula wie mit einer ringförmigen Leiste gegen die Marksubstanz vor, und bildet damit eine Einschnürung, welche an die diaphragmatischen Scheidewände erinnert, die die einzelnen Stolonen von einander sondern; nur bleibt sie an Höhe weit hinter jener der Diaphragmen zurück (Fig. 26. 27).

Das Epithel unter dieser Cuticula bildet eine einschichtige Lage von deutlich gesonderten Zellen, welche gegenüber den gleichen Zellen im Stiel des Trägers sehr hoch sind; im mittleren Bereich der kugeligen Auftreibung sind sie von oben nach unten abgeplattet, so dass sie

mit einer Schmalfläche gegen die Cuticula, mit der anderen gegen die Marksubstanz gerichtet sind; auf- und abwärts von diesem Bezirk sind die Zellen annähernd kubisch, in solcher Form überziehen sie die einwärts springende Ringleiste der Cuticula und gehen in das später zu betrachtende Epithel der Kelchwand über.

Die Marksubstanz bildet einen eigenthümlichen Gipfel, welcher in den Grund des Kelches hinein mit kuppelförmiger Wölbung vorspringt. Im Bereich der kugelförmigen Auftreibung des Uebergangstückes werden die aus dem Trägerstiele hervortretenden Röhrenfasern durch einen in die Axe eingelagerten, nach abwärts kegelförmig zugespitzten Kern derartig auseinander getrieben, dass sie, sich theilweise kreuzend und verflechtend, wie ein Mantel diesen umgeben und an die epitheliale Fläche anlegen. Dieser Kern ist aus Zellen der Marksubstanz gebildet, welche im unteren Theile kurz spindelförmig sind, so dass ihre Kerne dicht aneinander gelagert erscheinen. Nach aufwärts geht dieser Kern in eine Säule von völlig abgeplatteten Zellen über, welche im Grunde des Kelches mit einer eigenartig kuppelförmig gewölbten Zelle abschliesst. Diese Zellsäule beginnt in der oberen Strecke des Uebergangstückes, setzt sich durch die eingeengte Pforte, in welcher sie sanduhrförmig eingeschnürt erscheint, in den Kelch hinein fort und ragt hier über das Niveau von dessen Epithelzellen hervor (Fig. 26). In einem männlichen und einem weiblichen Thiere zählte ich in der Säule je 10 Zellen unter der kuppelförmig gewölbten. Die Höhe einer solchen Zellsäule betrug 0,051 mm, die Höhe der abschliessenden glockenförmigen Zelle davon 0,015 mm. Auf einer Querschnittserie bestimmte ich den Quermesser der ganzen Säule zu 0,03 mm. Die abgeplatteten Zellen der Säule sind flächenhaft so weit ausgebreitet, dass je eine Zelle den Querschnitt dieses Bezirkes völlig füllt; allerdings in einer solchen Weise, dass zwischen ihnen und den Epithelzellen die mantelförmig auseinander getriebenen Röhrenfasern des Trägerstieles in den Kelch hinübertreten. Und zwar erfolgt das in solcher Weise, dass der Randumfang der einzelnen platten Zelle dieser Säule unregelmässig sternförmig ausgezackt ist, und somit zwischen den kurzen Ausläufern Räume lässt, durch welche die Röhrenfa-

serzellen hindurchtreten (Fig. 32—35). Ich halte diese Darstellung des Baues für richtiger, als die Auffassung, dass die Röhrenfaserzellen die Randtheile der Säulenzellen durchbohrten. Man kann an diesen eigenthümlichen Zellen eine Reihe der Eigenthümlichkeiten der Markzellen wiederfinden; dahin gehört die erwähnte Bildung von sternförmigen Ausläufern, dann die Begrenzung des platten Zellleibes durch eine deutlich ausgesprochene Membran; das Plasma, schwach tingirbar, ist aber, und das hängt wohl mit der Abplattung der Zelle zusammen, kaum vacuolisirt und entbehrt der sonst so weit verbreiteten Einlagerungen von Körnchen. Der stark färbbare Kern nimmt an der flächenhaften Abplattung theil; er ist in den gefärbten Präparaten meist homogen, uninucleolär. Der Durchmesser der Fläche des centralen Leibes dieser Zellen beträgt durchschnittlich 0,015, ihre Höhe von oben nach unten 0,003 mm.

Der Abschluss, den diese Säule im Inneren des Kelches findet, tritt an lebenden wie an Glycerinpräparaten der ganzen Thiere, auffallend als eine kuppelartig in den Kelch hinein vorspringende helle Glocke hervor. Es ist in der That eine einzelne grosse Zelle, welche bisweilen an Höhe der ganzen Zellsäule wenig nachsteht, mit ihrer Basis die obere Fläche derselben deckt; wie die Röhrenfasern im Umfange der Zellsäule durch diese hindurchtreten, so durchsetzen sie in gleicher Weise den unteren Umfang dieser Schlusszelle und umfassen ringsum ihre untere Hälfte (Fig. 26. 27. 36). Schnittpräparate bestätigen und ergänzen das Bild, welches Totalansichten gewährten. Danach ist die kuppelartig gewölbte Fläche von einer derben 0,006 mm. dicken Membran gebildet, welche der Cuticula der Oberfläche sehr ähnlich ist, aber doch wohl nichts mit dieser zu thun hat, sondern nur eine starke Entwicklung der Zellmembran ist, welche an den Zellen der Marksubstanz, wie an den Röhrenfaserzellen zur Ausbildung kommt. Auf der inneren Fläche der Membran ist wandständig ein Plasmaüberzug gelagert, welcher in der höchsten Wölbung der Kuppel eine Anschwellung und in dieser den kugeligen, 0,006 mm grossen ein Kernkörperchen führenden Kern trägt. Der übrige Binnenraum der Kuppelzelle erscheint hell, wie wenn es eine grosse Vacuole wäre; ich habe auf Querschnitten hier gelegentlich eine homogene, schwach

sich färbende, vom Plasma doch unterschiedene Inhaltsmasse gefunden. Die von dem Umfang der Zellsäule heraufziehenden Röhrenfasern treten in der That durch Durchbrechungen der derben Zellmembran über die Oberfläche der Zelle hinaus, so dass hier das Bild, als ob diese Fasern den Binnenraum der Zelle in seinen unteren seitlichen Theilen durchsetzten, sehr auffallend ist; die Kenntnis der Entwicklung wird hier wohl die Entscheidung zu bringen, ob nicht auch diese Zelle hier mit kurzen radialen Ausläufern die durchtretenden Röhrenfasern umfasst.

Ueber die Vertheilung und den Bau der Stolonenglieder der Pedicellineen liegen nur wenige Angaben früherer Forscher vor; nirgends finde ich die regelmässige Vertheilung der Schaltglieder im Stocke betont, wenn schon die Schaltglieder selbst hier und da erwähnt werden. Ueber den Bau der Träger hat Nitsche[1]) wenige Angaben gemacht, die im Allgemeinen richtig sind, insofern er die epitheliale Matrix der Cuticula und die schon von Allman erwähnte Längsmuskelschicht im muskulösen Theile, auch histologisch, richtig erkannte, auch dem letzteren gegenüber die Anwesenheit einer Ringmuskelschicht in Abrede stellte; zutreffend ist auch seine Auffassung von einem die Axe füllenden Parenchym, was aus Zellen und Intercellularsubstanz bestehe. Dagegen ist die Verbindung zwischen Kelch und Träger von ihm nicht ganz richtig erkannt. Die Angaben Hatscheck's[2]) und Seeliger's[3]), die sich auf wachsende Stolonen beziehen, treffen hier das Richtige, wenn auch nicht alles zu beachtende darin erwähnt wird.

Von der Stockbildung und den Stolonen anderer Pedicellineen.

Die bei der Ascopodaria macropus auftretende Stockbildung ist in gleicher Weise für die Pedicellineen, wie in ähnlicher Form für die stoloniferen Bryozoen charakteristisch. Zu ihrer Beurtheilung wird man auf die Stockbildung der Bryozoen im Allgemeinen zurückgreifen müssen. Diese, wie überall durch Knospung bedingt, erfolgt im allge-

---

1) Nitsche Beitr. zur Kenntnis der Bryozoen. Zeitschrift f. wiss. Zoolog. Bd. 20, 1870, pg. 16 f.

2) Hatscheck Embryonalentwicklung und Knospung der Pedicellina echinata. Zeitschr. f. wiss. Zoolog., Bd. 29, 1877, pg. 517.

3) O. Seeliger Die ungeschlechtliche Vermehrung der endoprocten Bryozoen. Zeitschr. f. wiss. Zoolog., Bd. 49, 1889, pg. 168.

meinsten Falle so, dass an der Körperwand eines mit allen Organen ausgestatteten Einzelthieres die Neubildung eintritt. In der einfachsten Form, welche an den Vorgang jener Regeneration bei Bryozoen erinnert, wodurch nach Histolysirung des alten Darmtractus ein neuer erzeugt wird, wächst von der Körperwand des praeexistirenden Thieres in dessen Leibeshohlraum hinein die Wucherung, mit welcher die Organe eines neuen Thieres erzeugt werden, welches mit dem ersten dann eine Gemeinsamkeit der Leibeshöhle besitzt. Das ist der Vorgang, welcher bei phylactolaemen Bryozoen auch schon in der Larvalzeit erfolgt. Ihn könnte man in Anlehnung an eine von v. Koch [1]) für die Knospung der Corallen vorgeschlagene Terminologie als eine Art von Theilknospung bezeichnen, wenn auch die beiden Vorgänge sich nicht ganz decken. Es entstehen hierbei Stöcke, in denen die Einzelthiere gemeinsame Leibeshohlräume besitzen, und es geht daraus ein Formzustand hervor, den ich als ein Coenoecium bezeichne.

Als »Aussenknospung« ist der bei den marinen Bryozoen am weitesten verbreitete Vorgang zu bezeichnen, in welchem an dem praeexistirenden Thiere durch eine nach aussen gewendete Knospe ein junges Thier entsteht, welches mit dem Leibeshohlraum der Mutter keinen anderen Zusammenhang besitzt, als es die »Conjunctivporen« oder »Rosettenplättchen« gestatten.

Eine besondere Art von Aussenknospung findet nun in dem statt, was ich als Stolonenknospung bezeichnen möchte. Diese Art tritt bei den stoloniferen Bryozoen und den vielgliedrigen Pedicellineen auf. Ihr Wesen beruht darin, dass aus dem Leibe eines einzelnen Bryozoon oder einer Pedicellinee ein Ausläufer wächst, an welchem weiterhin auf dem Wege der Knospung voll ausgebildete Einzelthiere entstehen. Diese zur Knospenbildung befähigten Ausläufer werden aber durch die Entwicklung von Scheidewänden entweder völlig von dem Hohlraum

---

1) G. v. Koch Die ungeschlechtliche Vermehrung (Theilung und Knospung) einiger palaeozoischer Korallen vergleichend betrachtet. Palaeontographica, Bd. 29, Cassel 1882—1883, pg. 325.

des Thieres, aus dem sie hervorgehen und welches sie erzeugen, abgesondert (Stoloniferen) oder so weit, dass nur ein beschränkter Zusammenhang zwischen den sich in solcher Weise gliedernden Stolonen und den voll ausgebildeten Einzelthieren besteht. Diese Sonderung der Stolonen in einzelne Glieder kann man als eine besondere Art von Theilknospung bezeichnen. Sie findet ein beachtenswerthes Analogon in der Knospenbildung, welche Zacharias [1]) von Catenula Lemnae beschrieben hat, und in welcher in der hinteren Strecke des Wurmkörpers durch Quertheilung eine Knospe abgegrenzt wird, welche vom Darme des mütterlichen Thieres nichts enthält.

In dem Verhalten dieser Einzelthiere herrscht meist eine bestimmte Regelmässigkeit, sei es, dass die knospenden Einzelthiere in bestimmter Anordnung an den Stolonen vertheilt sind, z. B. Hypophorella, sei es, dass im Stocke zur Erzeugung von Einzelthieren nicht befähigte Glieder, Schaltglieder, mit knospenzeugenden regelmässig abwechseln. Für die Stolonenknospung ist also die Aussenknospung an die Ausbildung gegliederter Stolonen geknüpft, und damit in die Gesammtheit des Stockes ein besonderer Bestandtheil eingeschoben.

Functionell kann man der Bildung, welche die Gliederung der Stolonen herbeiführt, zunächst die Bedeutung zuschreiben, dass die lang ausgezogenen Fäden durch das Einschieben von Querwänden, mögen diese durchbrochen sein oder nicht, an Festigkeit zunehmen.

Der morphologischen Betrachtung wird aber das mit so grosser Regelmässigkeit im Stocke auftretende Einzelglied, welches von den Scheidewänden begrenzt ist, nicht mehr als Theilstück einer Person erscheinen, sondern als ein mit gewisser Selbständigkeit versehenes Wesen im Stocke. Diese Selbständigkeit tritt in den Lebensäusserungen auch darin hervor, dass einzelne Stolonenabschnitte für sich allein reizbar und beweglich sind und dass ein Stock, welcher die Nährthiere verloren hat, weiterlebt und zu Regenerationen und Knospungen befähigt erscheint. (Pedicellineen).

---

1) O. Zacharias. Studien über die Fauna des grossen und kleinen Teiches. Zeitschr. f. wiss. Zoolog., Bd. 41, 1885, pg. 500.

In der peripheren Ausbreitung der Stöcke, welche bei Bryozoen und Pedicellineen als ein prolates Wachsthum zu bezeichnen ist, tritt das Stolonenwachsthum nicht selten in solcher Weise auf, dass der in der Längsrichtung der Stolonen erfolgende Zuwachs nicht erkennen lässt, wo der auswachsende Stolo und das auf Aussenkospung zurückzuführende, später vollausgebildete Einzelthier zu sondern ist, um so weniger als die Anlage dieser Knospe sich durchaus wie das weiter wachsende Stoloendstück darstellt. Es besteht in solchen Fällen auch bei der Stolonenknospung ein coenoecischer Zustand, der, wenn die Bildung der Scheidewände in den Stolonen sich verzögert, längere Zeit andauern kann. Ich bilde den jungen Stock einer Ped. echinata ab, dessen Endstrecken coenoecisch sind (Fig. 4).

Diese Erscheinung wird aber die morphologische Auffassung nicht beeinträchtigen, dass die Stolonenglieder, sobald sie durch Scheidewände abgegrenzt sind, selbständige Glieder eines Stockes darstellen. Will man dann für das Kriterium einer »Person« im Stocke den Besitz der beiden primären epithelialen Blätter ansehen, welche der typischen Gastrula zukommen, dann kann im Bryozoen- und Pedicellineenstock nur das mit Darmkanal ausgestattete Wesen als »Person« bezeichnet werden, die Glieder der Stolonen sind dann wohl als »Zooide« zu kennzeichnen. Stolonifere Bryozoen und vielgliedrige Pedicellineen besässen danach Stöcke, welche aus Personen und Zooiden bestehen. Ob man mit veränderter Auffassung die Zooide phylogenetisch als darmlos gewordene Personen auffassen kann, ist hier nicht zu erörtern; so wenig wie ich Veranlassung habe auf die Frage einzugehen, ob im Bryozoenstocke die Avicularien, Ovicellen u. a. mehr vom Standpunkte des Polymorphismus aus zu deuten sind.

Unter den bis jetzt bekannt gewordenen Pedicelliniden tritt soweit ich aus eigner Anschauung oder nach ihren Beschreibungen urtheilen kann, eine Mannigfaltigkeit in der Stockbildung ein, welche sich in bestimmte Gruppirung bringen lässt.

Ich sehe dabei zunächst davon ab, dass es Pedicelliniden giebt, welche zweigliedrige Stöcke bilden; als solche fasse ich Loxosoma und

Cephalodiscus auf, von denen ich später noch handeln werde. Hier besteht bei geringem acrogenen Wachsthum Coenoecie, so dass Kelch und Stiel eine Gemeinsamkeit bilden.

In der Zusammensetzung der Pedicellineen-Stöcke, welche vielgliedrig sind, sondern sich dann zwei Gruppen von einander, die durch Unterschiede des acrogenen wie prolaten Wachsthumes bedingt werden. Von diesen umfasst die eine Gruppe solche Stöcke, in welchen die Nährthiere, wie in dem ausführlich beschriebenen Falle, von aufrechtstehenden Ausläufern, Phalangen, getragen werden, die von den kriechenden Stolonengliedern ausgehen. Das ist die Mehrzahl der Fälle und findet sich bei den Arten der Gattungen Pedicellina, Pedicellinopsis, Barentsia, Ascopodaria.

Die andere Gruppe wird bis jetzt nur von drei Pedicellineen (Arthropodaria Benedeni (Fttg.), Gonypodaria nodosa (Lom), Urnatella gracilis Leidy) gebildet, und hat ihre Eigenart darin, dass von den kriechenden Stolonen sich Kelchträger frei erheben, welche aus einer je nach der Entwicklung bald mehr bald minder grossen Reihe von gleich gestalteten Stengelgliedern gebildet sind. Ich nenne solche Träger Phalangarien.

Zwischen beiden Gruppen ist vielleicht ein Uebergang nachweisbar.

Die einfachen Träger kommen in zwei verschiedenen Formen vor. Die einen, welche im allgemeinen kürzer sind, bestehen aus der aufrechten Strecke eines mehraxigen Basalgliedes, welche in ihrer ganzen Länge gleichförmig ist, und zwar dadurch, dass eine wandständige Muskelschicht unter einer weicheren, meist ringförmig gerunzelten Cuticula liegt (Gattung Pedicellina). Ich bezeichne diese Form der Phalange als holosarcin. — Die andere Form ist die ausführlich beschriebene. Bei ihr ist die Phalange aus einer basalen dickeren, muskulösen und nachgiebigeren, und einer stets muskelfreien, derbwandigeren dünneren Strecke zusammengesetzt; solche Phalangen nenne ich wegen der Beschränkung der Muskulatur merosarcin. Das Längenverhältnis dieser beiden Strecken zu einander verschiebt sich mit fortschreitendem Wachsthum zu Gunsten der dünneren terminalen Strecke; es ist aber bei den

ungleichen Arten ein sehr verschiedenes (Gattungen Pedicellinopsis Barentsia, Ascopodaria).

Die Glieder der mehrgliedrigen Träger sind bei Arthropodaria Benedeni zwar gleichmässig dick, lassen im übrigen aber eine muskulöse und eine muskelfreie Strecke unterscheiden, von welcher die letztere durch festere Chitinisirung der Wand die erstere übertrifft. Vermuthlich findet ein ähnliches Verhalten, wenn auch nicht so ausgeprägt, bei Urnatella statt. Ich bezeichne diese Glieder, wiewohl es nicht ganz zutreffend ist, noch als holosarcin. Phalangarien mit merosarcinen Gliedern besitzt die Gattung Gonypodaria.

In der Bildung der basalen Glieder, mit welchen der Stock auf seiner Unterlage angeheftet ist, unterscheidet sich Urnatella von allen übrigen Formen. Denn bei dieser Gattung ist als basales Glied nur eine einzige Platte vorhanden, von welcher sich im ausgebildeten Zustande jedesmal zwei vielgliedrige Träger erheben. Das prolate Wachsthum des Stockes ist hier also sehr begrenzt; ob die Basalplatte coenoecisch ist, bleibt zu untersuchen.

Bei allen bis jetzt bekannten übrigen vielgliedrigen Stöcken sind die kriechenden Stolonen aus Reihen von Gliedern zusammengesetzt und geben zahlreichen kelchtragenden Gliedern Ursprung und Befestigung. Für das Gesammtbild eines Stockes ist es dabei ausschlaggebend, ob die einzelnen Stolonen langgestreckt sind und damit die einzelnen Träger weit von einander abrücken, wie bei Ascopodaria macropus und gracilis, vielleicht auch anderen Formen, oder ob die basalen Strecken nur kurz sind und in Folge dessen die Träger nahe aneinander rücken, sowie ob an einem mehraxigen Gliede ein oder mehrere Träger entspringen.

Ob die kriechenden Bestandtheile des Stockes allgemein zwischen den mehraxigen Gliedern einaxige Schaltstücke in regelmässiger Abwechslung haben, kann ich nach dem mir zur Verfügung stehenden Material nicht entscheiden. Schaltglieder finde ich ausser bei der oben beschriebenen Form bei Ascop. gracilis (S.) Ped. echinata (S.), glabra (H.), und bei Arthropodaria Benedeni (Ftt.), dann bei Ascopodaria discreta (Bsk.) nach der Abbildung.

Die grössere oder geringere Ausdehnung des Stockes wird wohl immer durch das Längenwachsthum der Schaltglieder bedingt, deren Länge, soweit ich gesehen, gegenüber der mehr gleichmässigen Ausdehnung der mehraxigen Stolonenglieder erheblich wechselt.

In der Art, wie die aufrecht stehenden und liegenden Bestandtheile eines Stockes unter einander verbunden sind, scheint ein Unterschied zu bestehen, insofern als das mehraxige Glied nur je einen Träger entwickelt (Ascopodaria, Barentsia, Pedicellina, Arthropodaria, Gonypodaria) oder mehrere. Ich bin über diese Erscheinung nicht überall ganz sicher, denn sind die basalen Glieder und Schaltstücke sehr kurz, so gewinnt es leicht den Anschein, als ob von einer gemeinsamen Strecke mehrere Träger sich erhöben, und es sind deshalb die in der Literatur vorhandenen Angaben über dieses Verhalten mit Vorsicht aufzunehmen. Pedicellinopsis scheint sicher durch den Ursprung mehrerer Phalangen auf einer Basis charakterisirt zu sein.

In der Ausbreitung des Stockes ist es als das regelmässige Verhalten anzusehen, dass die liegenden Stengelglieder durch Knospung seine Vergrösserung im prolaten Wachsthum besorgen; sind aber die aufrechten Strecken des Stockes vielgliedrig, so können deren einzelne Glieder durch seitliche Knospung Stolonen und mit deren Vermittlung Kelche erzeugen. Allein es scheint, als ob dieses bei Arthropodaria Benedeni und Urnatella gracilis vorkommende Wachsthum bald damit abschliesst, dass die in solcher Weise entstandenen Glieder sich vom mütterlichen Boden der Phalangarien ablösen.

Diese Erscheinung möchte ich mit einer anderen Art von Entwicklungsvorgang in Beziehung bringen. Barentsia bulbosa (Hcks.) soll nämlich nach der von Hincks gegebenen Darstellung an den muskelfreien Strecken der merosarcinen Phalangen, und zwar an deren seitlichem Umfange durch Knospung eine Reihe von über einander gestellten kelchtragenden Trägern erzeugen, den höchsten von ihnen unmittelbar unter dem terminalen Kelche; es scheint aber, als ob diese so entstandenen Thiere, wie bei dem ähnlichen Verhalten an den aufrecht stehenden Strecken der Urnatella gracilis sich auf gewissem Sta-

dium der Reife ablösen, vielleicht selbständig werden. Nun liessen sich ja Zweifel darüber erheben, ob diese dem aufrechten Stengelgliede ansitzenden Wesen wirklich durch Knospung entstanden sind; es wäre ja möglich, dass in den beobachteten Fällen sich schwärmende Larven an die aufrechten Stengelglieder angeheftet und nun von Stolonen getragene Kelche erzeugt hätten. Allein es ist eine solche Vermuthung wohl von keinem Belang, da ja die ganz analoge seitliche Knospung bei Arthropodaria Benedeni und Urnatella gesichert zu sein scheint, und da andererseits nicht bekannt ist, dass aus Larven hervorgegangene junge Stöcke ihre einmal gewonnene Anheftung wieder aufgegeben hätten.

Halten wir daran fest, dass diese seitlich an einem Träger anheftenden jungen Stöcke durch Knospung entstanden seien, so ist das nach einer anderen Richtung hin von Interesse. Es wirft nämlich ein besonderes Licht auf die Unterschiede, mit welchen in den Stöcken Stengelglieder und Kelche verbunden sind. Mustert man die Formen der letzteren, so stellt sich, und man kann hier bis auf Loxosoma zurückgreifen, heraus, dass sobald man den Kelch eines Nährthieres nach der Achse seines Trägers orientiren will, dieser bald mehr bald minder schief gestellt erscheint. Dabei ist der Kelch in der grösseren Zahl von Arten völlig terminal auf seinem Träger befestigt. Sieht man dagegen in den Abbildungen, welche mir hier allein zur Verfügung stehen, die Verbindung des Kelches und des Trägers bei Pedicellinopsis fruticosa (Hcks) an, so stellt sich hier klar heraus, dass die Anheftung des ersteren nun schon als eine seitliche zu bezeichnen ist.

Diese Art der Verbindung ist aber wohl zweifellos als die ursprünglichere aufzufassen, wenn man erwägt, dass die Knospenanlage eines im ausgebildeten Zustande rein terminal auf der Spitze seines Trägers stehenden Kelches eine laterale ist; zumal in denjenigen Fällen, in welchen unterhalb des alten Kelches die Anlage eines jungen erscheint. Ich verweise in dieser Hinsicht besonders auf die Mittheilungen, welche sich in Bezug hierauf in der Untersuchung Seeligers über die Knospung der Pedicellinen finden.

Im Bau der Stolonen tritt eine kleine Anzahl von Besonderheiten der einzelnen Arten auf, welche ich hier kurz berühre. Die liegenden Stengelglieder zeigen, soweit ich diese von P. echinata, glabra, Ascopodaria gracilis, Arthropodaria Benedeni aus eigner Anschauung kenne, keine erhebliche Abweichung; die äussere Wand besitzt ausser einer bald mehr bald weniger entwickelten Haftscheibe die Sonderung in die beiden ungleich festen Schichten, von denen die hornartige die durchbrochenen Scheidewände bildet; die subcuticulare Matrix und das Gewebe der Marksubstanz stimmen im Allgemeinen mit den von mir beschriebenen Verhältnissen überein, am auffallendsten ist die bei Arthropodaria Benedeni vorkommende Abweichung, dass in der Marksubstanz die Füllung der Zellen mit Körnern einen hohen Grad erreicht, wie das von anderen Strecken dieser Thiere noch zu erwähnen sein wird.

Mannigfaltiger sind die Abweichungen an den aufrechten Trägern. Ein erster Unterschied wird durch die ungleiche Ausdehnung der längslaufenden Muskelschicht in ihnen bedingt. Soweit diese an der Wand des Trägers vorhanden ist, fehlt in der Cuticula der Oberfläche die festere hornige Schicht, in Uebereinstimmung damit, dass diese Strecke des Gliedes, falls die der Wand anliegende Muskulatur leistungsfähig sein soll, nachgiebig sein muss. In den meisten Fällen ist diese Gliedstrecke mehr oder minder ringförmig gerunzelt. Nur in zwei mir bekannt gewordenen Arten erstreckt sich die Muskulatur über die ganze Länge des Gliedes, bei Pedicellina echinata und P. glabra.

Bei allen anderen Arten sind die Träger aus einem muskulösen und einem muskelfreien Abschnitt gebildet. Und zwar gilt dieses auch für die einzelnen Glieder, welche die Phalangarien der Arthrop. Benedeni bilden. Abgesehen von dem aufrecht stehenden Ausläufer des mehraxigen liegenden Stolonen, welcher in seiner ganzen Länge muskulös ist, besteht jedes folgende Glied hier aus einer oberen muskulösen und einer unteren muskelfreien Hälfte, die obere hat die weiche gerunzelte, die untere die glatte durch bräunliche Innenschicht starre Cuticula. Ich vermuthe nach den von Leidy gegebenen Abbildungen, dass die aufrechten Stengel der Urnatella gracilis in gleicher Weise

gebaut sind. Alle Pedicellineen, deren Träger eine basale Verdickung besitzt, haben die ungleiche Ausrüstung mit Muskulatur, wie ich sie oben eingehend beschrieben, sind merosarcin.

Dass die Versteifung der starren Wandstrecke mit vorrückendem Alter von der Basis ab aufwärts rückt, dürfte bei diesen Formen allgemein sein. Vielleicht aber besitzen die verschiedenen Arten hier gradweis abgestufte Unterschiede. Dafür sprechen mir die Bilder, welche ich von den Trägern der Ascop. gracilis erhielt, wo die obere Wandstrecke oft weithin leicht biegsam war.

In der Haut der Träger tritt eine Bildung auf, welche unabhängig von der Ausbildung der Muskelschicht ist. Sie erreicht den höchsten Grad der Entwicklung bei P. echinata (S.) und zeigt sich hier in den Stacheln, welche die ganze Oberfläche der Träger bedecken. Unter diesen Stacheln liegt je eine Zellgruppe, welche jener sehr ähnlich, die ich unter den Stielporen der Ascopodaria macropus beschrieben habe; die Axe der Stacheln ist von dem Ausläufer einer der Zellen gefüllt. Ob die Stachelspitze durchbrochen ist, kann ich mit Sicherheit nicht angeben. Die Stengelporen, welche ich oben eingehend beschrieben habe, halte ich für eine den Stacheln der Ped. echinata verwandte Bildung. Dass die letzteren auf weichhäutiger Cuticula stehen, die Kelchporen aber nur auf der derben Wandstrecke, thut der Gleichwerthigkeit keinen Abbruch; möglich wäre es ja, dass die Minderung, welche die Poren den Stacheln gegenüber besitzen, auf den Unterschied in den Wandstrecken, von denen sie erwachsen, zurückzuführen ist. Allein ich mag hier ein Urtheil nicht abgeben, da ja auffallender Weise die weichhäutigen Träger der P. glabra, welche sonst der P. echinata so nahe steht, weder Stacheln noch irgend eine Spur von Wandporen besitzen.

Die Poren in der starren Wandstrecke besitzt nach der Abbildung zu schliessen in ausgezeichneter Weise noch die Pedicellinopsis fruticosa. Vielleicht sind auch die Kreise, welche Leidy auf dem geringelten und danach wohl weichhäutigen Abschnitt der Stengelglieder von Urnatella abbildet, als Bilder von Poren aufzufassen; dann hätten

wir hier das eigenartige Verhalten, dass die muskulöse Strecke, wie bei P. echinata mit Stacheln, so hier mit Poren besetzt, die andere vermuthlich derbwandige glatt ist.

Stacheln und Poren fehlen, soweit ich aus eigner Anschauung urtheile, der Arthropodaria Benedeni (Fttg.) und der Ascopodaria gracilis (S.) völlig. Ich habe vergebens gesucht in der subcuticularen Zellschicht Zellgruppen zu finden, welche den unter den Poren gelegenen Zellen entsprechen könnten.

Jene eigenthümlichen Klappen, welche bei Ascopodaria macropus am unteren Ende der muskelfreien Strecke in das Innere des Trägers hinein vorragen, habe ich bei keiner anderen Art wiedergefunden. Die langgezogenen Zellen dagegen, welche an dem gleichen Orte spangenförmig gelagert sind, finden sich zu einem Ringe geschlossen bei Ascopodaria gracilis (S.) Bei Arthropodaria Benedeni (Fttg.) ist auf der Grenze zwischen muskulöser und muskelfreier Strecke keinerlei derartige Bildung.

Die Muskelschicht scheint überall im Allgemeinen gleich gebildet zu sein, nur quantitative Unterschiede in der Dicke der Faserschicht habe ich bemerkt; und in der Form und Grösse der gegen die Markschicht hin gelagerten Myoblasten kommen geringfügige Abweichungen vor.

In der Markschicht herrscht, was den allgemeinen Charakter des Gewebes betrifft, grosse Uebereinstimmung; auch finde ich an denjenigen Strecken, welche von der starren Cuticula umschlossen werden, die lang ausgezogenen Spindelzellen dicht an einander gedrängt. In den muskulösen Strecken mit nachgiebiger Aussendecke tritt dagegen eine ungleichmässige Entwicklung der Zellen der Marksubstanz ein. Während ich bei Pedicellina echinata S. in den muskulösen Stielen zwischen den zerstreut liegenden Zellen eine reichlich entwickelte Zwischensubstanz finde, wie sie oben geschildert ist, zeigen die muskulösen Strecken der Stolonen von Arthropodaria Benedeni (Fttg.) eine Gewebsbildung, welche das dunkle körnige Aussehen dieser Strecken zu Stande bringt, das auf den von Föttinger gezeichneten Abbildungen der Stolonen dargestellt ist. Die Marksubstanz besteht hier aus grossen dicken spindel-

förmigen Zellen, welche unmittelbar an einander stossen und völlig von kleinen kugeligen glänzenden Körnchen erfüllt sind. Doch ist ein Unterschied in der Menge dieser körnigen Einlagerungen zu erkennen, und ich nehme nach meinen Erfahrungen keinen Anstand zu behaupten, dass die volle Ausbildung der Zellen zu »Körnchenzellen« erst mit vorschreitendem Alter eintritt, da in solchen aufrechten Trägern, welche nur wenige Stengelglieder besassen und die danach als jüngere zu bezeichnen sind, die Körnchenausscheidung in den Zellen nur eine geringe war. Dass aber die Zellen nur in den muskulösen Strecken diese Umwandlung ihres Leibes zu Körnermassen erfahren oder eine solche Absonderung vornehmen, zeigt sich auch darin, dass der ganz muskulöse aufrechte Stiel des mehraxigen liegenden Stengelgliedes auch in seiner ganzen Länge von den körnigen Einlagerungen erfüllt ist.

Diese Körnchenausscheidung ist nun aber an und für sich nichts Neues für die Pedicellinen, sondern nur die grosse Menge, in welcher sie auftritt, ist für diese Arthropodaria Benedeni (Fttg.) characteristisch. Denn die hier in so grosser Fülle die Zellleiber erfüllenden Körnchen sind nach allen von mir gesehenen Kennzeichen gleichwerthig mit den Kügelchen, welche unter gewissen näher zu bestimmenden Verhältnissen in den Zellen der Marksubstanz meiner Ascopodaria macropus entweder einzeln, oder zu Gruppen vereinigt eingelagert sind; dass auch hier die Einlagerungen wohl immer erst mit einem gewissen Alter eintreten, ist sehr wahrscheinlich. Wenn nun die Markzellen der Arthropodaria Benedeni sich mit diesen Kügelchen vollpfropfen und daneben die Ausbildung einer Intercellularsubstanz ganz zurückbleibt oder nur sehr gering erscheint, so entsteht die Frage, ob zwischen diesen beiden Substanzen etwa ein Abhängigkeitsverhältnis besteht derart, dass in dem einen Falle die Zellen sich mit der Intercellularsubstanz umgeben, während sie in dem anderen Falle die hierfür verwendete Masse im Zellleib in Form von Kügelchen aufspeichern.

An eine unmittelbare Abhängigkeit der Absonderung der Körnermassen in den Markzellen von der Muskulatur, neben welcher sie auftreten, ist deshalb nicht zu denken, weil in allen Theilen des Pedicel-

linenleibes derartige Körnchen in den gleichen Zellen auftreten. Dagegen verhindert in den muskelfreien Gliedstrecken wohl der Druck, unter welchem die Marksubstanz durch die starre Körperdecke steht, eine grössere Ausscheidung, sei es der Intercellularmasse, sei es der Körncheneinlagerungen.

Die Kelche.

Die vollentwickelten auf den Trägern stehenden Nährthiere wechseln ihre Gestalt theils nach den vorübergehenden Bewegungen ihrer muskulösen Bestandtheile, theils nach dem jeweiligen Stande der Organe des Geschlechtlebens.

Hiervon abgesehen kann man, wonach die Bezeichnung gewählt ist, die äussere Gestalt eines Nährthieres einem Kelche vergleichen, von dessen innerer Wandfläche unmittelbar unter dem Rande Fäden entspringen, welche ich statt mit der sonst üblichen Benennung Tentakeln als Cirren bezeichne, und dessen Inneres von Organen und Geweben derartig erfüllt ist, dass von einem Hohlraum dieses Kelches nicht die Rede sein kann. Der Kelch trägt vielmehr etwas unterhalb und nach innen von dem Cirrentragenden Rande eine Fläche, auf welcher die Mund- und Afteröffnung, sowie die Mündungen des Geschlechts- und Excretionsapparates liegen.

Der üblichen Vorstellung von der Gestalt eines Kelches entspricht nun aber die Form des Nährthieres insofern nicht, als durch eine starke seitliche Abplattung sein Querschnitt oval ist. Dem entsprechend unterscheidet man an seinem Umfange zwei abgeplattete seitliche Flächen, sowie zwei Kantenflächen, von welchen die eine als die adorale oder orale, die andere als die aborale oder anale zu bezeichnen ist; ich nenne nach der natürlichen Stellung des Thieres die Strecke des Umfanges, mit welcher der Kelch dem Stengelgliede aufsitzt, die untere, welche convex gewölbt und allmälig aus den Kanten- wie Seitenflächen hervorgeht, während ich die gegenüberliegende Fläche, soweit sie von dem Kranze der Cirren umfasst wird, als obere bezeichne. Der Raum,

welcher von der oberen Kelchfläche, dem oberen Kelchrande und den Cirren umfasst wird, mag Atrium benannt werden. Die beiden Kantenflächen sind durch eine Symmetrieebene zu verbinden, welche am unteren Kelchtheile durch den Anheftungspunkt am Träger geht, auf der oberen Kelchfläche in oraler aboraler Richtung die Mundöffnung, die Mündung des Excretionsapparates, die Geschlechtsöffnung und die Afteröffnung halbirt.

Die Seitenflächen ändern sich je nach dem Zustande der im Inneren des Thieres gelegenen Organe; zumal ist es der Geschlechtsapparat, dessen jeweiliges Verhalten diese Flächen stark hervorwölben kann, sei es, dass die Hoden von reifem Sperma gefüllt, oder die Bruttaschen mit dem Inhalt der sich entwickelnden Eier oder Embryonen die obere Hälfte dieser Flächen bald mehr, bald minder auftreiben.

Von den Kantenflächen ist die aborale sehr häufig stärker als die adorale vorgetrieben; das wird durch die nicht immer gleiche Lage des Enddarmes hervorgebracht, der in dieser Richtung oft stärker verschoben ist und dann diese Kantenfläche weiter hervortreten lässt, als das die gegenüberstehende adorale Kante thut. Ist diese Form vom Thiere angenommen, so liegt die Anheftungsstelle an der unteren Fläche nach der adoralen Kante hin verschoben, oder es ragt die aborale Kante des Kelches stärker als die adorale über die Verlängerung der Axe des Stengelgliedes hervor (Fig. 6. 41).

Am complicirtesten gestaltet ist die obere vom Kranze der Cirren umstellte Fläche.

Auf ihr ist der Mund eine halbmondförmige, quer gestellte, an die orale Schmalfläche gerückte Spaltöffnung, welche jederseits in eine von Flimmerhaaren bedeckte Rinne überführt, die unterhalb des Ursprunges der Cirren an der inneren Seitenfläche der Kelchwand bis gegen die anale Schmalfläche läuft, dabei aber allmälig seichter wird, und, ohne diese Fläche zu erreichen, verstreicht. Ihre Begrenzung nach aussen bildet die Kelchwand, nach innen eine leisten- oder faltenförmige Erhebung der oberen Kelchfläche, welche breit und hoch aus der Mundöffnung jederseits hervorgeht, im weiteren Verlaufe wie die Rinne all-

mälig verstreicht. Ich bezeichne die Rinne als Atrialrinne; die Fig. 53—64 geben von ihrer Gestalt eine zutreffende Vorstellung.

Die analwärts sehende Begrenzung der Mundöffnung, welche sich seitlich jederseits in die innere Wand der Atrialrinne fortsetzt, ist in der Symmetrieebene mit einem mehr oder minder tiefen Ausschnitte versehen. Dieser vordere Mundrand liegt höher als die analwärts folgende Strecke der oberen Kelchfläche, und begrenzt somit auf dieser eine mittlere Strecke, welche schwach concav gehöhlt gegen die Mitte hin abfällt. Man kann daher auch von einer hinteren, analwärts sehenden Lippe sprechen, welche auf dem freien Rande eine mediane Ausbuchtung trägt, nach rechts und links in die innere Wand der Atrialrinne übergeht (Fig. 41. 53—56. 65—66). Jedenfalls bildet sie aber nur einen Theil der oberen Kelchfläche, welche danach in eine adorale aufsteigende, vom Anfang der Atrialrinnen jederseits begrenzte, eine mittlere vertiefte, zwischen den Atrialrinnen belegene, und eine anale, vom Afterkegel eingenommene Strecke zerfällt.

Auf der Medianlinie der aufsteigenden oralen Strecke liegt eine, wohl nur in Schnittpräparaten nachzuweisende unpaare Oeffnung, die Mündung des Excretionsapparates (Fig. 41. 56. 66). Die mittlere Strecke trägt fast auf dem Uebergang zur analen Strecke gleichfalls in der Symmetrieebene die unpaare Mündung des Geschlechtsapparates, bei den männlichen Thieren einfach und schlicht, bei den weiblichen Thieren schwach lippenartig umrandet und während der Brutpflege von einer ungleich stark entwickelten Faltenbildung oralwärts umgeben (Fig. 41. 49. 50. 60. 73). — Zur Zeit der geschlechtlichen Vollreife wird die mittlere Strecke im männlichen Thiere nicht selten durch die paarigen Hoden halbkugelig aufgetrieben; im weiblichen Thiere liegen hier während der Brutpflege rechts und links die Eingänge zu den nach den Seiten und unter den Afterkegel sich tief einsenkenden Bruttaschen (Fig. 42. 73. 74). Ueber dieser Fläche liegen dann, einen grossen Theil des Atrium erfüllend, die Embryonen, welche der Reife nahe gekommen sind.

Dieser mittlere Theil der oberen Fläche wird bald mehr bald minder weit von einer kegel- oder keulenförmigen Erhebung überlagert,

mit welcher die anale Strecke der oberen Kelchfläche durch den aus dem Kelchinneren hervortretenden Enddarm in der Richtung gegen den Mund hin vorgetrieben wird. Ich bezeichne diese Erhebung, da auf ihrer Spitze die kleine kreisförmige Afteröffnung liegt, als Afterkegel, der sich bald mehr bald minder hoch und steil erhebt, für gewöhnlich jedoch nicht über den Kranz der Cirren hinausragt (Fig. 6. 41. 59—63. 74). Dieser Afterkegel bildet gegenüber der Concavität der vorderen oralen Strecke eine tiefe taschenartige, seitwärts jedoch nicht geschlossene Bucht, auf dessen Boden meist vom Afterkegel gedeckt, die Mündung des Geschlechtsapparates liegt (Fig. 61). — In die Bildung der Bruttaschen wird dieser Theil mit einbezogen (Fig. 74).

Der Kranz der Cirren, welcher am oberen Rande des Kelches steht, ist am Umfange desselben paarig symmetrisch geordnet, so dass in der Symmetrieebene an der oralen und aboralen Kante kein Cirrus steht. Die Zahl der Cirren schwankt zwischen 16—20. Der einzelne Cirrus ist ein Faden, welcher nicht drehrund, sondern in solcher Weise kantig ist, dass die untere Strecke vier Flächen besitzt, eine innere und äussere fast gleich grosse, und zwei seitliche breitere (Fig. 52); gegen die Spitze zu werden die Flächen durch Verschmälerung der seitlichen gleich gross, bis endlich die äussere Fläche ganz zurücktritt und nun die Form des Fadens dreikantig ist. Auf den seitlichen Flächen habe ich häufig eine rinnenförmige Vertiefung, und in ähnlicher Weise auch die nach innen gewandte Fläche gestaltet gesehen. Diese Bildungen hängen vielleicht von vorübergehenden Zuständen der Cirren ab. Die Länge des Cirrus bleibt stets hinter der des Kelches zurück, und beträgt das Sechs- bis Achtfache der Dicke; diese ist in dem grössten Theil der Länge gleich, nur gegen das freie Ende hin nimmt sie ein wenig ab. Die dem Atrium zugewandte Fläche ist breiter als die nach aussen gerichtete, etwas keilförmig zusammengedrückte; auf der inneren Fläche stehen lange Wimperhaare, welche der äusseren fehlen.

Der einzelne Cirrus beginnt als eine leistenförmige Erhebung oberhalb des Grundes der Atrialrinne an der Seitenwand des Kelches und steigt als solche an dieser empor, löst sich aber noch unterhalb des

freien Randes, der wie ein hautartig dünner Saum erscheint, völlig von der Innenfläche dieser Kelchwandstrecke ab und erhebt sich frei über den Kelchrand. Dadurch erscheinen die Basalstrecken der Cirren wie durch eine gemeinsame Membran am äusseren Umfange mit einander verbunden, durch welche man sie bei einer Seitenansicht des Thieres hindurchschimmern sieht. Der Zwischenraum zwischen je zwei Cirren ist gering, aber bis auf die Atrialrinne oder die obere Kelchfläche zu verfolgen.

In einer mittleren Stellung sind die beweglichen Cirren wenig über den Kelchrand nach aussen gebogen; ihre obere Strecke ist dann in ungleicher Ausdehnung hakenförmig nach innen gekrümmt (Fig. 6). Langsame Entfaltung oder ruckweise Bewegungen ändern die Haltung der Cirren sehr mannigfach. In der einen Richtung werden die Cirren nach aussen so weit gedrängt, dass ihre basale Hälfte sich fast auf die Aussenfläche des Kelches legt, während die Endstrecke stark hakenförmig einwärts geschlagen ist; bei solcher Haltung tritt der Afterkegel, aber auch die Lippe, über die Enden der Cirren hervor (Fig. 44).

Bei der äusserst entgegengesetzten Bewegung sind alle Cirren gegen die obere Fläche des Kelches in das Atrium eingeschlagen und nun dadurch geborgen, dass der freie, hautartig dünne Kelchrand sich über ihnen zusammenzieht, wie etwa die Oeffnung eines Säckchens durch eine eingelegte Schnirre zusammengezogen werden kann (cfr. Fig. 2. 3). Dann liegt die verengte Eingangsöffnung zu dem Raume, in welchem die Cirren geborgen sind, excentrisch nach der aboralen Richtung verschoben.

Ich will nicht unerwähnt lassen, dass ich in einigen Fällen Kelche ganz ohne Tentakeln getroffen habe, ohne entscheiden zu können, worauf dieser Mangel zurückzuführen sei; das Wahrscheinlichste ist, dass eine von aussen kommende Verletzung diesen vom Thier vielleicht unschwer zu ertragenden und leicht zu ersetzenden Verlust herbeiführt: doch mögen auch von innen heraus wirkende Umstände den Zustand erzeugen.

Der Bau des Kelches.

Wie die Zusammensetzung der Stolonen eine Sonderung von Rinden- und Markmasse zulässt, so kann man sich in gleicher Weise den Körper des Nährthieres zunächst aus diesen beiden Bestandtheilen aufgebaut vorstellen, hat dann aber in das Innere der Marksubstanz die verschiedenen Organe sich eingelagert zu denken, derartig, dass ausser den in diesen vorhandenen Hohlräumen keinerlei sonstiger Hohlraum in der Marksubstanz vorhanden ist. — Rinden- und Marksubstanz stellen dann auch, wiewohl in besonderer Weise, die Cirren her. Ich behandele danach im Folgenden den Kelch und die Cirren nach dieser ihrer Zusammensetzung gesondert.

Die Körperwand und das Parenchym.

Die ganze äussere Oberfläche des Kelches ist von einer Cuticula gedeckt. Diese ist an der Anheftungsstelle auf dem Träger am dicksten, nimmt von da gegen den Kelchrand hin rasch an Stärke ab und erscheint hier sehr viel dünner als die Cuticula der Stolonen. Sie ist gleichförmig, farblos und glashell und machte an den lebenden Thieren den Eindruck, als sei sie ein weiches, auf der Oberfläche leicht klebriges Erzeugnis der darunter gelegenen Matrix. Eine gürtelförmige Zone nahe unter dem freien Kelchrande ist durch grösste Feinheit ausgezeichnet, darüber hinaus ist die Cuticula noch bis an den freien Kelchrand zu verfolgen (Fig. 26. 27. 41. 42. 44. 59. 62).

Die von dem Kranze der Cirren umstellte obere Fläche des Kelches trägt keine zusammenhängende cuticulare Decke.

Die Epithelzellen, als deren Erzeugnis die Cuticula erscheint, sind im Grunde des Kelches, im Umfang der Anheftung an den Träger und im Anschluss als dessen letzte Epithelien am höchsten; hier findet sich ein ringförmiger Bezirk, auf welchem ein oder zwei Zellen neben einander liegen, welche alle daran sich anschliessenden um das Doppelte an Höhe übertreffen und durch einen hellen Zellleib und grossen Kern sich auszeichnen (Fig. 26. 27). Aufwärts an der Kelchwand neh-

men die Zellen dann rasch an Höhe ab, sinken aber nie zu einer solchen Abplattung herunter, wie sie in den fadenförmigen Stolonen auftritt. Es sind polygonale, in den Flächendurchmessern etwa gleichmässig grosse, abgeplattete Zellen, welche mit völlig ebener Fläche der Cuticula anliegen. Die im Grunde des Kelches befindlichen Zellen sind gegen die Marksubstanz hin in der Mitte der Fläche bucklig aufgetrieben durch den an dieser Stelle eingelagerten Kern. Die Grösse dieser Zellen bestimmte ich auf 0,015 mm Breite und 0,006 mm Höhe in der Mitte; ihr Kern war 0,009 mm lang und 0,004 mm dick. Weiterhin gegen den Kelchrand verlieren die Zellen durch Abplattung des Kernes die bucklige Auftreibung, werden flacher und vielleicht zugleich mit dieser Abplattung etwas breiter; die Zelldicke, welche dann ganz vom Kern eingenommen wird, beträgt hier nur 0,003 mm. Das Plasma der lebenden Zellen erschien gleichmässig feinkörnig; in den gefärbten Präparaten finde ich in der Umgebung des Kernes gefärbtes Plasma in dem an die Marksubstanz anstossenden Theil der Zelle; gegen die Cuticula hin, die mit scharfer Grenzlinie von der Zelle abgesetzt ist, besteht meist ein farbloser Bezirk, durch den in einzelnen Fällen von dem centralen Plasma aus feine farblose Stränge liefen. Bisweilen enthielten diese Zellen ein grösseres, oder einige kleine bräunlich erscheinende kugelige Körnchen. Der im lebenden Zustande nur undeutlich herausschimmernde Kern ist in den conservirten Thieren kugelig, und lebhaft tingirt, uninucleolär. Am lebenden Thiere schon trat deutlich heraus, dass die einzelnen polygonalen Zellen ringsum durch helle lineare Zwischenräume von einander gesondert sind. Das ist nicht der Querschnitt einer Zellmembran, welche in solcher Dicke an der Zelle sonst nicht wahrzunehmen ist, sondern vermuthlich eine geringe Menge derjenigen Substanz, welche auf der Aussenfläche der Zellen als Cuticula abgesondert ist; sie würde somit kleine, die Zellen von einander sondernde Cuticularleisten vorstellen.

Unterhalb des freien Kelchrandes tritt plötzlich im Bereich der schon oben hervorgehobenen stark verdünnten cuticularen Strecke ohne

einen vermittelnden Uebergang ein gürtelförmiger Streif von Epithelzellen auf, welche ebensowohl durch grössere Dimensionen, wie durch auffällig anders aussehenden Zellleib sich aus der Gemeinsamkeit der übrigen Epithelzellen heraus heben (Fig. 53—59. 62—65. 44. 48). Diese Zellen sind kubisch oder schwach kegelförmig, um ein Vielfaches höher als die Epithelzellen am übrigen Kelchumfange — ich bestimmte die Höhe bis auf 0,024 mm —, nicht durch Zwischenräume von einander gesondert, sondern mit ihren Seitenflächen in voller Berührung unter einander. Zweifelsohne sind es secretorische Zellen, deren Aussehen nach dem jeweiligen Stande der Thätigkeit wechselt. In den conservirten und gefärbten Exemplaren ist in der Mehrzahl dieser Zellen um den Kern eine kleine Menge von gefärbtem Plasma gelagert; von diesem geht ein weitmaschiges Fadengerüst mit hellen, grossen gleichmässigen Zwischenräumen aus; nur in wenigen Zellen erscheint das Plasma fast gleichmässig dicht ohne diese Netzbildung im Inneren. Der etwa 0,007 mm grosse Kern ist kugelig und in seiner Lage wechselnd, in sofern ich ihn in der Regel im Grunde, bisweilen aber auch in der halben Höhe der Zellen getroffen habe. Am lebenden Thiere fallen die Zellen dieses Gürtels leicht durch die Grösse und ein helles klares Aussehen auf; dabei sieht man meistens nur in einem Theil des Zellleibes und zwar im äusseren Theile feine, schwach gelblich gefärbte Körnchen, die hier zu dichter Menge angehäuft sein können und dann diesen Theil der Zelle scharf von dem übrigen hellen Abschnitte sondern. Das ist wohl ein Secret der Zellen, welches nach aussen geschafft wird, und vielleicht die Oberfläche des gürtelförmigen Streifens mit einer klebrigen Substanz überzieht, da ich an den lebenden Thieren häufig in diesem Bezirke mancherlei kleine Fremdkörper angehäuft fand. Bei den conservirten Thieren ist von diesem Secret nichts zu sehen; es ist daher wahrscheinlich in Alcohol löslich. — Als Regel ist anzusehen, dass diese Zellen einen geschlossenen Gürtel unterhalb des oberen Kelchrandes bilden; doch sind mir in den Schnittserien auch einzelne Fälle vorgekommen, in welchen dieser Gürtel unterbrochen war und wo dann an Stelle der geschilderten Zellen Epithelzellen vom Ansehen der

benachbarten standen. Ich deute das als ein Ausbleiben der Entwicklung zu drüsig secernirenden Elementen, indem ich von der Vorstellung ausgehe, dass dieser Drüsengürtel seine Entstehung der besonderen Entwicklung ursprünglich subcuticularer Epithelzellen zu reichlich abscheidenden Drüsenzellen verdankt, die nun statt verdichtete Cuticula zu bilden, ein in weicherer Form ausgeschiedenes Secret in ausgiebiger Menge erzeugen.

Das Epithel, welches oberhalb des Drüsengürtels folgt, bildet einen Uebergang zu den Zellen, welche die Cirren bekleiden, ist vor allem höher und plasmareicher als die Epithelien der unteren Kelchwand.

Der zwischen den Cirren liegende Theil der Kelchoberfläche mit Einschluss des Afterkegels, aber mit Ausnahme der oberen Fläche der den Mund umfassenden Lippe und der Atrialrinne, trägt in gleichmässiger Schicht ein dicht aneinander stossendes Epithel, dessen Zellen sich in ihrer Gestaltung von den subcuticularen Zellen der äusseren Kelchfläche erheblich unterscheiden; denn diese Zellen sind äusserst stark abgeplattet, nicht buckelförmig aufgetrieben, und haben ein ganz gleichmässiges Plasma; in der Fläche maassen sie in beiden Richtungen 0,012 mm; ihr homogener, gleichmässig gefärbter Kern ist kugelig, mit einem Durchmesser von 0,006 mm. Von der oberen Kelchfläche setzt sich dieses Plattenepithel auf den ganz davon bekleideten Afterkegel fort (Fig. 58—64. 67). — Diese Epithelbekleidung der Kelchdecke erfährt im weiblichen Thiere eine Aenderung, sobald und soweit die Bildung der nachher zu schildernden Bruttaschen eintritt.

Die Atrialrinne ist von einem flimmernden Epithel ausgekleidet, welches sich einerseits in das Flimmerepithel des Schlundes und der oberen Fläche der Lippe fortsetzt, andererseits mit den flimmernden Zellen der Cirren zusammenhängt. Die Leiber dieser Flimmerzellen sind im Grunde der Flimmerrinne am kleinsten, ich bestimmte ihre Höhe und Breite in einem Präparate auf 0,006 mm, an der lateralen Seite der Rinne wachsen sie etwas an Höhe (bis auf 0,009 mm) beträchtlicher nehmen sie dagegen auf der medialen Rinnenwand zu, indem sie hier hoch (0,015 mm) und schmal (0,004 mm) werden (Fig. 44.

58. 59). Das Plasma der Zellen war homogen und gleichmässig gefärbt; der dunkel gefärbte, sehr gleichförmig erscheinende Kern, war in den kleineren Zellen kugelig, in den höheren lang, stäbchenförmig (0,009 mm. auf 0,003 mm). Die dicht stehenden, in den mit Osmium behandelten Präparaten gebräunten Flimmerhaare sind erheblich länger als die Zellen und füllen den Rinnenraum sehr dicht und wirr an; über ihren Zusammenhang mit dem Plasma der Zellen habe ich nichts ermitteln können. — Sehr auffallend ist der schroffe Uebergang, mit dem auf der Höhe der medialen Wand der Atrialrinne die flimmernden Zellen an das Plattenepithel anschliessen; die Vermittlung wird durch eine oder zwei niedriger werdende und keilförmig zugeschnittene Zellen herbeigeführt.

Die den Kelchraum füllende Marksubstanz besteht aus Zellen ungleicher Ausgestaltung und doch gleicher Herkunft, sowie einer reichlich entwickelten Intercellularsubstanz.

Diese letztere erschien in lebenden Thieren, sowie in den in Glycerineinschluss aufbewahrten Stücken völlig klar und durchscheinend, ohne jedoch das Ansehen einer tropfbaren Flüssigkeit zu besitzen. Auf den gefärbten Schnitten ist sie schwach getrübt und gefärbt, lässt aber irgendwelche auf faserige Zusammensetzung deutende Beschaffenheit nicht erkennen.

In diese gleichmässige durchscheinende Grundsubstanz sind die nun zu besprechenden Zellen im Allgemeinen locker und in Abständen von einander eingebettet, die um so grösser werden, je näher sie dem oberen Kelchrande liegen.

Ich erwähne zunächst die aus dem Träger herübertretenden Faserzellen. Diese sind an den Breitseiten des Thieres reichlicher als an den Schmalseiten anzutreffen. Ich führe das darauf zurück, dass zu den wirklich durchtretenden Fasern, die während ihres Durchtrittes neben dem Kern der Markzellen sich in gleichmässiger Schicht zeigen, im Grunde des Kelches gleich gestaltete hinzutreten und zwar reichlicher auf den Breitseiten als auf den Kantentheilen (Fig. 41. 59. 62). So machen sich bei Betrachtung der lebenden Thiere fast plattenartig aus-

gebreitet Züge geltend, welche jederseits neben der kuppelförmigen Zelle im Grunde aufwärts steigen, sich flach ausbreiten und dann an den Seitenwänden zwischen dem Magen und der Körperwand sich verlieren. Fig. 38 giebt das Bild von einem derartigen Verhalten, wie es sich in einem Zerzupfungspäparat darstellte. Neben Zellen, welche ganz spindelförmig langgestreckt erscheinen, treten andere ähnlich gestaltete auf, bei denen aber eine Verästelung an den faserförmigen Theil der Zelle sich anschliesst; kürzere reicher verästelte Zellen gesellen sich hinzu und führen zu sternförmigen Zellen hinüber, welche zuletzt ein ganz abweichendes Bild durch andere Gestaltung des Zellleibes wie der Ausläufer bieten. Einer ausführlichen Beschreibung der ersten Zellformen bin ich überhoben, wenn ich erwähne, dass sie in der Bildung einer starken Zellmembran, in der Vertheilung des Plasma neben vacuolenartigen Hohlräumen, sowie in der Bildung des Kernes den Zellen der Markschicht in den Stolonen gleichkommen; nur eingelagerte Körnchen habe ich in ihnen nicht gesehen. Diese Zellen überschreiten nicht oder nur wenig die halbe Höhe des Kelches, indem sie sich in dessen grösserem Raume mehr und mehr ausbreiten und dabei einer anderen Zellenform Platz machen. Wie sie aber endigen, ob sie sich an die Innenfläche der Körperwand oder auf die Aussenfläche des Darmes anheften, wie es nach einigen Präparationen der Fall zu sein schien, das habe ich mit Sicherheit nicht entscheiden können.

Die zweite Zellform, welche im Grunde des Kelches nicht ganz fehlt, aber doch nur spärlich vertreten ist, während sie sich in seiner oberen Hälfte reichlicher entwickelt, ist ausgesprochen sternförmig; von einem sehr ungleich gestalteten, bisweilen plattenförmig gestalteten, aber nie lang faden- oder spindelartig ausgezogenen Zellleibe, der in einem fast homogenen in Eosin-Haematoxylin in der Regel nicht gefärbten, bräunlich erscheinenden Plasma den Kern umschliesst, geht eine wechselnde Zahl fadenförmiger, weithin sich erstreckender und vielfach sich verästelnder Ausläufer ab, die meist sofort an ihrem Ursprunge, oder doch nur wenig davon entfernt die fadenförmige homogene Bildung besitzen (Fig. 44. 48). Eine optisch zu unterscheidende Zellmembran kann ich weder am Zellleibe noch

an den Ausläufern erkennen, letztere erscheinen als unmittelbare Verlängerungen des Zellleibes. Ein Theil der Ausläufer endet frei in der Zwischensubstanz, andere aber treten offenbar mit den Ausläufern von oft weit entfernten gleichartigen Zellen zusammen und bilden so ein weitläufiges Netz von feinen Zellausläufern in der Grundsubstanz. Der Kern dieser Zellen ist meist eiförmig mit einem grössten Durchmesser von 0,004 mm; seine Substanz ist bei der Eosin-Haematoxylinfärbung meist dunkelblau gefärbt und erscheint dann ganz gleichförmig; in den gleichen Präparaten treten aber auch licht gefärbte Kerne allerdings nur selten auf; aber auch diese pflegen eine besondere Structur nicht zu zeigen, nur habe ich in diesen Kernen dann einen Nucleolus gesehen. Diese Zellen liegen zum grössten Theil frei in der Zwischensubstanz, doch lagern sie sich auch, stark abgeplattet, auf die Oberfläche anderer Organe und können hier, wie weiterhin einzeln zu erwähnen sein wird, eine Hülle um diese bilden. Fäden, welche ich quer durch die Zwischensubstanz von der Darm- zur Körperwand gespannt sah, waren vermuthlich Ausläufer solcher Zellen (Fig. 38. 43. 44. 48).

Ich habe bei den lebenden Thieren mehrfach mein Augenmerk darauf gerichtet, ob diese mit ihren Ausläufern oft so weithin reichenden Zellen eine Bewegung und einen Ortswechsel zeigen möchten, habe aber darüber nie eine bestätigende Erfahrung erhalten.

Bei der Untersuchung dieser Zellen in gefärbten Präparaten ist mir an einem Theile von ihnen, in der oberen Hälfte des Kelches, eine beachtenswerthe Erscheinung entgegengetreten. Diese Zellen besitzen nämlich im Plasma eingelagerte, das Licht stark brechende, oft braun gefärbte Körnchen, die entweder äusserst klein, dann wohl zusammengehäuft liegen, oder auch einzeln in der Zelle gelagert so gross werden, dass sie dem Zellkern an Grösse nahe kommen und dann einen erheblichen Theil des Zellleibes einnehmen. Ich zweifle nicht, dass diese Bildungen als Zeichen einer ausscheidenden Thätigkeit der Zellen zu deuten sind, und dass die Zellen, trotz ihrer anderen Form an die körnerhaltenden Zellen der Stolonen sich anreihen. Dass aber die kugeligen Einschlüsse in den Markzellen der Stolonen und in diesen Zellen identisch seien,

kann ich nicht behaupten. Sie erinnern eher an die seltenen Einlagerungen in den Epithelzellen. Vielleicht führen sie auch zu den gleich zu erwähnenden Zellen hinüber, wenn schon ich auch dafür sprechende Beweise nicht gefunden habe.

Diese eine dritte Bildung zeigenden Zellen finden sich vorwiegend im oberen Drittel des Kelches über dem Magen und zumal in der Nachbarschaft der Excretionsorgane; nur selten habe ich sie in der unteren Hälfte des Kelches getroffen (Fig. 43. 83. 84. 97). Dass ihre Lage eine geregelte und beständige sei, kann ich nicht behaupten. Die Zellen, welche ich nur aus Präparaten, nicht aus Beobachtungen am lebenden Thiere kenne, unterscheiden sich von den bisher beschriebenen zunächst durch den völligen Mangel von grösseren Ausläufern. Es sind kugelige oder annähernd kugelige Zellleiber, welche nach aussen durch eine besondere Zellmembran nicht abgegrenzt sind, wenn schon bei stärkerer Vergrösserung eine besondere Oberflächenschicht zu erkennen ist. Nicht selten erhält man von ihnen Bilder, in welchen vom Umfange kurze zackige Ausläufer abgehen, nicht unähnlich kurzen spitzen Pseudopodien einer Wanderzelle. Der Zellleib, dessen Durchmesser 0,015 mm. erreicht, erscheint dadurch hell, dass ein spongiöses Gerüst das ganze Innere durchzieht, welches im übrigen zusammenhängende lichte Räume enthält; darin zerstreut liegen Einlagerungen körniger Substanzen, Secretkügelchen vergleichbar, und in ihrer bräunlichen Färbung übereinstimmend mit den Kügelchen, welche selten in die sternförmigen Zellen eingebettet sind. Die Zellen besitzen einen 0,006 mm grossen, kugeligen Kern, welcher in seinem Aussehen sonst den Kernen der sternförmigen Zellen ähnelt. Sollten diese Zellen im Leben etwa beweglich sein und den Transport von Secretkörnern übernehmen können, hervorgegangen aus Umwandlungen unbeweglicher, sternfömiger Zellen?

Ich reihe an die Darstellung dieser Gewebe die Beschreibung der sicher constatirten Muskelzüge an, die sich im Kelche nachweisen lassen.

Es ist das zunächst ein Ringmuskel, welcher über dem Gürtel

der grossen subcuticularen Zellen, nahe unter dem freien Kelchrande den ganzen Kelch umspannt und als ein Constrictor dessen Verschluss nach Einziehung der Cirren besorgt. Der auch am lebenden Thiere leicht wahrzunehmende Muskel besteht aus wenigen, vielleicht nie mehr als acht, Fasern, welche im lebenden Thiere durch ihren starken Glanz zu erkennen waren, auf den Schnitten unschwer zu finden sind (Fig. 44. 48. 53—64). Auf diesen sieht man sie bald dicht zu einer Gruppe vereinigt, bald locker von einander entfernt und wohl auch einen grösseren Theil von ihnen in einer Ebene neben einander gestellt; ja in einem Falle lagen alle Muskelfasern gleichmässig in einer Ebene neben einander, welche von der inneren zur äusseren Wand des Kelchrandes von unten nach oben schräg aufwärts stieg. Das spricht für eine Selbständigkeit der einzelnen Fasern. Wie aber die einzelnen Fasern mit ihren Enden in diesem Muskelringe sich verhalten und wie diese Enden beschaffen sind, das ist mir unbekannt geblieben. Die Fasern selbst sind fein, etwa 0,003 mm dick, und abgeplattet, erinnern in ihrem Aussehen an die Muskelfasern aus der Rinde der Marksubstanz des Sockels; in guten Querschnitten erscheinen sie ringförmig, wie der Querschnitt einer Röhre und zeigen dann eine deutliche Sonderung eines hellen Binnenraumes von einer bräunlichen Rinde. Sicher gehören zu den Fasern ihnen aufsitzende plasmatische und kernhaltige Zellleiber (Fig. 95.); ich vermuthe, dass zu jeder Faser nur je ein Zellleib gehört, da ich solche nur spärlich auffand, ihre Zahl aber und deren Gleichheit mit der Faserzahl auf meinen Schnittserien nicht festzustellen im Stande war. Diese plasmatischen Zellleiber, welche als buckelförmige Vorsprünge an den Fasern sassen, waren sehr viel kleiner als die gleichen Gebilde an den Muskelfasern des Sockels, gleichmässig im Plasma gefärbt, hatten keine Vacuolen, aber einen kleinen deutlichen kugeligen Kern. Von Myonemen habe ich hier nichts wahrgenommen.

Eine zweite Muskelgruppe, die ich kurz als Seitenwandmuskel bezeichne, wird von einer oder wenigen Fasern gebildet, welche an der inneren Fläche der Seitenwand des Kelches etwa auf dessen halber Höhe

dort entspringen, wo die vom Grunde des Kelches einstrahlenden Züge der Faserzellen sich verlieren. Diese Muskeln wenden sich aufwärts mit einer Neigung median- und oralwärts, und heften sich, indem sie oralwärts von den queren Schenkeln des Excretionsapparates aufwärts steigen, unter der Epithelschicht an die Wand der vorderen Lippe des Mundes nahe unter deren Rande, von jeder Seite her gegen die Mittellinie zusammenlaufend (Fig. 43). Die Fasern sind in ihrer grössten mittleren Strecke bandartig platt, meist unregelmässig geknickt und geknittert; anscheinend homogen, ohne Sonderung in Rinden- und Axensubstanz. An beiden Enden fasern die Muskeln auseinander. An ihrem Ursprunge unter dem Epithel der Seitenwand des Körpers tritt das nicht so sehr hervor, als bei ihrer Insertion in der Wand der Lippe; doch sieht man an gut geführten Schnitten deutlich, wie die platte Faser in der Nähe ihres Ursprunges plötzlich in feine divergent verlaufende Fibrillen auseinander fährt. Unter der oberen Anheftungstelle weichen, schon in einem grösseren Abstande vor der Insertion, die Endfibrillen fast dendritisch auseinander, dadurch dass die dünneren Fasern, zu welchen die erste Zertheilung führt, sehr rasch in fortgesetzter Theilung mehr und mehr auseinander gehen und sich verfeinern, so dass die Anheftung der Muskelfasern an diesem Orte sich über eine grössere Fläche an der Lippenwand mit feinen Fäserchen ausbreitet.

Ueber Kerne, welche zu diesen Muskelfasern gehören, habe ich Nichts in Erfahrung gebracht.

Als dritten Muskel bezeichne ich eine Gruppe von Fasern, welche im oberen Theile des Kelches in querer Richtung von rechts nach links verlaufen. Dieser Muskelzug mag daher kurz Quermuskel genannt sein. Man übersieht diesen Muskel in ganzer Ausdehnung auf longitudinalen Querschnitten und findet ihn dann unmittelbar vor dem Punkte, an welchem die queren Schenkel des Excretionsapparates sich zum unpaaren aufsteigenden Ausführungsgang vereinigen, nach innen von dem Umfang des Schlundes (Fig. 55. 65).

Die Fasern laufen von einer Seite zur anderen, und zerspellen sich

jederseits in sehr feine Fibrillen, die mit dichotomischen Theilungen auseinander weichen und unter der Epithelschicht des inneren Blattes der Atrialrinne sich anheften.

Diese Fasern, vielleicht nicht mehr als acht, liegen bald dicht aneinander und bilden dann ein fast einheitlich erscheinendes Muskelband, welches quer im Kelche gespannt mit seiner Fläche horizontal lag, bald sind sie weit von einander entfernt und liegen dann von oben nach unten übereinander über eine grössere Strecke zerstreut. Ich habe den geschlossenen Bestand an männlichen, den verstreuten an weiblichen Thieren gesehen. Doch ist die Zahl der von mir gesehenen Fälle nicht gross genug, um aus dieser Anordnung der queren Muskelfasern einen geschlechtlichen Unterschied herzuleiten; es können auch vorübergehende physiologische Zustände eine Zerstreuung oder Vereinigung der Muskelfasern mit sich bringen. Auf alle Fälle sind die Muskelfasern stets von einander getrennt.

Die einzelnen Fasern, von denen ich die breitesten in dieser Dimension auf etwa 0,003 mm schätzte, sind bandartig platt, vielfach wellig gekrümmt und scharf geknickt, bräunlich gefärbt und zwar in einem faserig erscheinenden Theile, der durch farblose Masse zusammenhing; in einigen Fällen habe ich den zu einer Faser gehörenden mit Eosin-Haematoxylin blau gefärbten Kern gesehen, der dann an dem einen Ende der Faser, vor deren Zertheilung in Fibrillen, der platten Faser aussen anlag; er war spindelförmig, ohne grösseres Mitom mit einem einfachen Kernkörperchen, und hatte das Aussehen, wie es an den Kernen der Bindesubstanzzellen des Markes die Regel ist. — Die Auflösung der Faser in Fibrillen erfolgt an beiden Enden, bisweilen dergestalt, dass am Ende der Faser von jedem Rande eine Fibrille fast unter rechtem Winkel entspringt, so dass diese beiden Randfibrillen, wie sie dann divergent zum Epithel der Atrialrinne ziehen, hier einen grossen Raum umspannen, in welchem andere der fadenförmigen Muskelausläufer sich anheften. Diese Ausläufer der Muskelfasern sind bräunlich wie ihre Fasermasse gefärbt und offenbar deren unmittelbaren Fortsetzungen.

Einige dieser Muskelfasern habe ich sicher durch den ganzen Raum von einer Epithelfläche zur gegenüberliegenden gespannt verlaufen sehen; doch kann ich es nicht von allen behaupten, denn einige von ihnen schienen kürzer zu sein und mit ihren fibrillären Ausläufern in der Marksubstanz zu enden.

Die Fasern machen den Eindruck, dass sie aus Umwandlungen von Zellen der Marksubstanz hervorgegangen sind.

An diese Muskelgruppe sind Fasern anzuschliessen, welche zu der Wand des Vorderdarmes in Beziehung treten. Ich traf sie am deutlichsten an queren Schnitten, welche im allgemeinen parallel zur oberen Kelchfläche liefen; auf diesen waren sie vollständig zu übersehen (Fig. 100). Auf Längsschnitten durch den Vorderdarm liessen sich die Querschnitte der Fasern nachweisen. Diese Fasern sind an einer begrenzten Strecke des Vorderdarmes an dessen aboraler, dem Kelchinneren zugewandten Fläche angelagert, ziehen von da nach rechts und links quer durch die Marksubstanz und haften an der Seitenwand des Körpers. So sind sie unmittelbar vor der Wand des Vorderdarmes und deren inneren Umfang tangirend in solcher Weise ganz durch den Kelch gespannt, dass sie, sobald sie sich zusammenziehen und damit verkürzen, einen Druck auf die Fläche des Vorderdarmes, welcher sie anliegen, ausüben, und dadurch, falls sie, was der Einbettung des Vorderdarmes in die Marksubstanz wenig wahrscheinlich ist, den Vorderdarm nicht verschieben, eine Aenderung in der Ausdehnung seiner Lichtung hervorrufen. — In ihrer Gestalt ähneln die einzelnen Fasern völlig den vorher beschriebenen, und weichen wie diese an beiden Enden in Fasern auseinander. Ich nehme sie daher auch als eine zu diesen gehörende Gruppe in Anspruch, welche durch den Anschluss an den einen Umfang des Vorderdarmes ihre besondere Bedeutung gewinnt.

Die Cirren werden in der ganzen Länge von den beiden Gewebsarten des Kelches aufgebaut. Die Axe eines jeden Cirrus besteht aus der Intercellularmasse der Marksubstanz, in welcher nur sternförmig verästelte Zellen mit langen, dünnen, verzweigten, untereinander zusammenhängenden Ausläufern in weiten Abständen von einander einge-

lagert sind. Röhrenfaserzellen habe ich in dieser Axe so wenig wie Muskelfasern gefunden.

Das Epithel, welches den Ueberzug über diese Axe bildet, zeigt auf den verschiedenen Flächen des Cirrus eine ungleiche Bildung.

Die Zellen, welche auf der nach aussen gewendeten Fläche des Cirrus stehen, erscheinen als Fortsetzung des auf der Aussenwand des Kelches gelegenen Epithels, tragen aber keine Cuticula. Diese Zellen sind hoch, cubisch und nehmen nur an der Cirrenspitze etwas an Höhe ab, gegen die Marksubstanz springt die einzelne Zelle etwas bucklig vor, die nach aussen gewendeten planen Flächen der Nachbarzellen stossen mit ihren Rändern hart aneinander. Der Zellleib erscheint häufig hell; das wird durch eine allerdings sehr ungleich entwickelte Vacuolisirung herbeigeführt, indem dann Plasmastränge und Balken, aus der Umgebung des Kernes abgehend, helle Hohlräume des Zellleibes durchsetzen. Die äussere Fläche dieser Zellen ist von einer feinen Membran abgeschlossen, der Kern kugelig, fast homogen mit einem Kernkörperchen. Auf dem Querschnitt durch den Cirrus liegen auf der Aussenfläche meist nur zwei solcher Zellen nebeneinander.

An den seitlichen Flächen des Cirrus sind die Epithelzellen niedriger als auf der äusseren Fläche und können selbst stark abgeplattet erscheinen; ihre Zahl wechselt nach der Dicke des Cirrus; mehr als drei oder vier Zellen jederseits dürften auf einem Querschnitte nicht auftreten. Sie springen ähnlich den Epithelzellen der Kelchwand oft bucklig gegen die Marksubstanz vor; ihr Plasma ist in Regel dichter als das der äusseren Zellen und frei von Vacuolisirung; der Kern, kugelig und mit einem Kernkörperchen versehen, nimmt einen relativ grösseren Raum des Zellleibes als in den äusseren Zellen ein.

Die innere Fläche des Cirrus trägt ihrer ganzen Länge nach Flimmerzellen und diese stehen in unmittelbarem Zusammenhange mit dem Flimmerepithel welches die Atrialrinne und den Eingang in den Schlund bekleidet.

In der Regel stehen auf dieser Fläche auf einem Querschnitt je

drei Zellen nebeneinander, bisweilen so, dass sie zusammen eine convex gewölbte Fläche bilden, bisweilen aber auch dergestalt, dass die mittlere Zelle gleichsam gegen die Markschicht eingesunken ist oder dass ihre äussere Fläche concav gewölbt ist und dann den Grund einer Rinne bildet, welche jederseits von den an den Kanten dieser Fläche stehenden Zellen begrenzt wird. Die Zellen sind eng aneinander geschoben und aneinander gefügt, bisweilen findet man Theile der Nachbarzellen wie eingekeilt zwischen sie eingeschoben.

Die einzelne Zelle ist kegelförmig, dergestalt dass die Kegelbasis an der Oberfläche liegt, während die Kegelspitze sich gegen die Marksubstanz wendet; sie ist grösser als jede einzelne andere im Cirrusepithel liegende. Ihr Zellleib ist dicht und feinkörnig. Der meist wandständige, in der unteren Hälfte des Zellleibes stehende uninucleoläre Kern ist etwas walzenförmig nach der Längsaxe der Zelle verlängert.

Die Flimmerhaare stehen in dichter gleichmässiger Vertheilung auf der Aussenfläche der Zelle, und sind so lang, dass sie nicht nur die Höhe ihrer Zelle, sondern gegen das Ende hin auch den Querschnitt des Cirrus übertreffen. In dichten Massen zusammengelegt erscheinen sie in meinen Präparaten bräunlich, schmelzen aber nicht zusammen, sondern bleiben meist von einander gesondert. Sehr häufig haben sie in meinen Präparaten eine solche Stellung, dass sie sich gegen eine Medianebene des Cirrus geschwungen an einander legen und so fast dachförmig einen Raum über dem mittleren Theil des Cirrus überwölben (Fig. 52). Mit Eosin färben sich die Cilien roth; in solchen Präparaten sehe ich eben so wenig wie an irgend welchen anderen ein Fussstück des Flimmerhaares oder eine Cilien tragende Saumbildung auf der Oberfläche der Zelle. Dagegen habe ich an den mit Eosin gefärbten Flimmerhaaren über deren Ursprungsstück von der Zellfläche eine kleine stärker gefärbte und etwas verdickte längliche Strecke beobachtet, welche dann gleichmässig an allen Flimmerhaaren vorhanden war.

An einem Cirrus, welcher im Querschnitt 0,04/0,03 mm maass, hatte die Marksubstanz eine Mächtigkeit von 0,018 mm, die äusseren Zellen

waren 0,012 mm, die seitlichen 0,007 mm und die Flimmerzellen 0,015 mm hoch.

Eine genauere Kenntnis des Kelches verdanken wir erst den Untersuchungen von Nitsche[1]; er hat besonders die Bildung der Rinne, welche er Tentakelrinne, ich Atrialrinne nenne, genauer erkannt und dargestellt. — Aus den Mittheilungen, welche er über den Bau des Kelches macht, geht hervor, dass er das Parenchym des Kelches richtig auch in sofern erkannt hat, als er die von van Beneden und Allman beschriebenen Retractoren als solche nicht anerkennt; es sind das die vom Kelchgrunde einstrahlenden Züge der Röhrenfaserzellen. Er erwähnt nicht nur den leicht kenntlichen Ringmuskel, sondern auch die Seitenwandmuskeln und Theile der Quermuskeln; auch von Fasern, welche quer vor der Schlundwand herziehen, hat er Andeutungen gesehen.

In seiner Beschreibung der Cirren legt Nitsche grosses Gewicht auf Züge ungleich gestalteter Epithelzellen und giebt ausführlichere Darstellungen davon. Solch auffällige Unterschiede in den strassenförmigen Reihen habe ich nicht beobachtet, Nitsche's Angaben lassen sich auf die von mir untersuchte Form nicht weiter übertragen, als dass ich in dem Epithel der Atrialrinne ungleich grosse Zellen in regelmässiger Vertheilung gefunden habe. Dass meine Darstellung des Baues der einzelnen Cirren von der von Nitsche gegebenen erheblich abweicht, will ich, ohne näher darauf einzugehen, nur kurz erwähnen. Zu meiner Darstellung bin ich durch die besseren Untersuchungsmethoden der neuen Zeit befähigt gewesen.

Der Darm.

Am Darm sind von einander zu sondern: Vorderdarm, Magen mit Lebersäcken, Mitteldarm und Enddarm, welche in ihrer Gesammtheit ein hufeisenförmig gekrümmtes Hohlorgan bilden, das von der Symmetrieebene des Körpers halbirt wird und dessen tiefster, dem Magen angehörender Punkt in den Grund des Kelches fällt, der adoralen Kante desselben genähert (Fig. 6. 41).

Der Vorderdarm beginnt mit einer breiten quergestellten Mundöffnung, welche auf der oberen Kelchfläche hart an der adoralen Kantenfläche gelegen ist und hier fast die Breite dieser Fläche einnimmt (Fig. 90); eine äussere, der Kelchwand, und eine innere, dem After-

1) H. Nitsche Beiträge zur Kenntnis der Bryozoen. Zeitschr. f. wiss. Zoolog., Bd. 20, pg. 13. f.

kegel zugewendete Lippe, die seitlich in einem spitzen Winkel zusammenstossen, umgeben sie, die äussere Lippe ist ganzrandig und erhebt sich nicht viel über die Kelchfläche; die innere Lippe stellt sich dagegen als der in der Symmetrieebene tief eingeschnittene Rand einer Wandfläche vor, welche concav gegenüber der oberen Fläche des Kelches gewölbt sich erhebt, und durch den medianen Einschnitt zwei Lappen besitzt, welche fast coulissenartig von der oberen und der seitlichen Fläche des Kelches sich gegeneinander wenden; diese Bildung ist mir am klarsten auf den transversalen Schnitten durch den Kelch entgegengetreten (Fig. 91—93). Entsprechend der queren Mundöffnung ist der Vorderdarm ein trichterförmig sich verjüngendes, weiterhin mit querovaler Lichtung versehenes Rohr, welches nahe an der adoralen Kantenfläche im Inneren des Kelches bis über dessen halbe Höhe, prismatische Form, gewinnend abwärts zieht, dabei fast kreisförmige Lichtung erhält, und mit solcher scharf abgesetzt in den Magen einmündet.

Der Magen, der geräumigste Abschnitt des ganzen Darmrohres wie das grösste Organ im ganzen Körper, stellt sich als ein wie der Körper selbst von rechts nach links abgeplatteter Sack dar, an welchem ein oberer, etwas mehr als ein Drittel der Gesammthöhe einnehmender Abschnitt nach seinem Bau wie seiner Funktion als Lebermagen von dem übrigen Theile, dem Magengrunde, zu sondern ist (Fig. 6. 41. 57—59. 66. 67). Am ganzen Organ wird man daher neben den beiden Seitenflächen, eine obere, dem Lebermagen, und eine untere, dem Magengrunde angehörende Fläche, ausserdem eine schmale adorale Fläche, in welcher sich der Vorderdarm einpflanzt, und eine gleiche aborale Fläche, aus welcher der Mitteldarm hervorgeht, unterscheiden. Die Einfügung des Vorderdarmes findet auf der adoralen Fläche da statt, wo die Grenze des Lebermagens gegen den Magengrund liegt (Fig. 41); der Lebermagen ist hier wie auf jeder Seitenfläche etwas vorgetrieben, so dass er, bei einer Ansicht des Magens von der Seite des Vorderdarmes her, jederseits mit einer abgerundeten Ecke vorspringt, während auf der Seitenfläche wohl eine Furche die Grenze zwischen dem erweiterten Lebermagen und dem Magengrund kennzeichnet. Diese Bil-

dung ist bei älteren Weibchen stärker als bei jüngeren und als bei Männchen überhaupt ausgesprochen. — Auf der aboralen Fläche entspringt der Mitteldarm höher als gegenüber der Vorderdarm einmündet; der Magengrund zieht sich hier etwas höher als auf der oralen Schmalfläche hinauf, so dass der Lebermagen hier gegenüber dem Eingangstheile weniger hoch erscheint, der Mitteldarm aber hart an der oberen Kante dieser Fläche entspringt (Fig. 41).

Der Mitteldarm ist als zwiebelförmig zu bezeichnen, insofern er bei überall kreisförmigem Querschnitt eng aus der aboralen Magenfläche hervorgeht, weiterhin sich erweitert, dabei schräg gegen die Oberfläche des Kelches aufwärts steigt, und wie er dieser sich nähert, kegelförmig sich verjüngt, bis zu der scharfen Einschnürung, welche ihn vom Enddarm trennt (Fig. 6. 41).

Dieser, welcher in der Richtung oralwärts über die mittleren Theile der oberen Kelchfläche sich erhebt und damit den wesentlichsten Theil des Afterkegels bildet, kann als keulenförmig bezeichnet werden nach der Anschwellung, welche er, allerdings in ungleicher Stärke, von seinem eingeschnürten Anfangstheile ab erfährt; sein Querschnitt ist überall kreisförmig (Fig. 6. 41. 59—64). Die enge Afteröffnung liegt central auf der Endfläche des wenig verjüngten Endstückes.

Die Wand des Darmes ist überall von einem einschichtigen Cylinderepithel gebildet, welches mit Ausnahme des Bereiches des Lebermagens, wo besondere Drüsenzellen auftreten, aus Flimmerzellen besteht, unter denen, nach den Orten ungleiche, Unterschiede besonders in der Höhe der Zellen, wie in der Länge der Flimmerhaare erscheinen. — Dieses Epithel stösst nach aussen unmittelbar an das Gewebe der Marksubstanz und ich hebe es als eine Eigenthümlichkeit hervor, dass zwischen diesem und ihm keinerlei besondere Gewebsbildung eingeschoben wird; ich habe wenigstens von einer Basalmembran, welche ich als Träger des Epithels zu finden erwartete, Nichts wahrgenommen. Dagegen legen sich plattenartig abgeflachte Zellen der Marksubstanz, ohne eine ununterbrochene Schicht zu bilden, in solcher Weise flach auf die epitheliale Wand, dass sie eine stützende Membran wohl ersetzen können.

Zu dem Epithel, welches den Vorderdarm bildet, rechne ich die Epithellage, welche die obere Fläche jener Falte deckt, die ich als vordere Lippe bezeichnet habe; denn im Gegensatz zu dem Epithel der analwärts gerichteten Lippenfläche, welches dem Epithel der oberen Kelchfläche gleich kommt, ist dieses Epithel eine Schicht von Flimmerzellen, welche mit denen des Schlundes übereinstimmen (Fig. 53—55).

Die Flimmerzellen des Darmtractus stimmen, mit Ausnahme derjenigen des Enddarmes, unter einander, was ihren Bau betrifft, überein; das Plasma des Leibes ist bald heller, bald dunkler und es treten im Verbande der Zellen nicht selten einzelne ganz dunkle wie keilförmig eingeschoben zwischen den anderen helleren auf; dieses dunkle Ansehen hängt mit einer fein granulären Beschaffenheit des Plasma zusammen und häufig hat dann der Zellleib eine ausgesprochen gelbliche Färbung; solche Zellen nehmen nur wenig Farbstoffe auf; nie habe ich im Plasma Anhäufungen oder grössere Brocken der gelblichen Masse gesehen. Der Zellleib enthält einen Kern von kugeliger oder ovaler Form, der in der Regel auf seiner halben Höhe liegt. Dieser besitzt ein helles klares gleichmässiges Plasma, in welchem ich nur selten, bei Haematoxylinfärbung, ein äusserst feines, sehr weitmaschiges Netzwerk gefunden habe. Ueberall zeigt er ein, selten zwei kleine kugelige Kernkörperchen, die sich stark färben. Die Cilien erscheinen, wo sie, was meistens in den Präparaten der Fall war, gut erhalten sind, als äusserst feine, gerade oder schwach geschwungene Härchen, welche sich über einem dichten, auf der freien Zellfläche stehenden Saum von kurzen Stäbchen erheben. Ueber die Deutung dieses Saumes bin ich nicht im Klaren; ich halte ihn für eine Ausgestaltung der äusseren Plasmaschicht der Zelle; dabei hatte ich zu erwägen, ob die einzelnen Stäbchen dieses Saumes nicht Fussstücke der Flimmerhaare seien; wenn ich mich für eine solche Auffassung nicht entschied, so geschah das, weil mir die Anzahl der Flimmerhärchen besonders im Magen, nicht im Mitteldarm, stets geringer als die der Stäbchen zu sein schien und weil bei einer ungleichen Länge der Flimmerhaare die Stäbchen des Saumes stets

gleichmässig lang waren. Waren die Cilien in den Präparaten verloren gegangen, so war der Saum erhalten; schliesslich ist ein offenbar gleicher Saum auf den nicht flimmernden Zellen des Lebermagens vorhanden. Darin allerdings stimmten Cilien und Stäbchen überein, dass sie gegenüber dem körnig gelben Zellleibe mit Eosin sich gleichmässig färbten. Die Entscheidung mit dem Nachweise zu bringen, dass ein Stäbchen sich in eine Cilie verlängere, ist mir nicht gelungen.

Die Unterschiede dieser Flimmerzellen des Darmrohres sind im Wesentlichen Grössenunterschiede.

Das epitheliale Rohr, welches den Vorderdarm bildet, besteht aus Flimmerzellen von ungleicher Grösse; gleichmässig gross sind sie in der ganzen Länge dieses Abschnittes an dem der Kelchwand zugewendeten Umfange, in dem Thiere, von dem auch die folgenden Grössen bestimmt sind, 0,006 mm hoch. An dem dem Kelchinneren zugewendeten Umfange nehmen vom Eingange her die Zellen von der Grösse, in welcher sie mit den gegenüberstehenden fast gleich sind, nach einer mittleren Strecke hin an Grösse zu, und auf dem in den Magen führenden Endtheil wieder bis auf die Anfangsgrösse ab. In dieser mittleren Strecke erreichen diese Zellen eine Höhe von 0,018 mm. Die Flimmerhaare liessen einen Grössenunterschied nicht wahrnehmen, sie waren gleichmässig etwa 0,006 mm lang (Fig. 41. 83—90).

In dem Aufbau des Magens bildet die Decke mit ihren seitlich bis zur Cardia und Pylorus herunter ragenden Theilen den durch den Mangel von Flimmern ausgezeichneten Theil (Fig. 41). — An der übrigen flimmernden Wandstrecke finden sich die grössten Zellen an der Strecke, welche an den Magenmund anschliesst und welche zum Mitteldarm hinüber führt (Fig. 41). Auffallend erniedrigt sind dagegen die Zellen auf dem Boden des Magens, im Magengrunde (Fig. 57—59). Die grössten Zellen und die längsten Flimmerhaare umgeben die Mündung des Vorderdarmes in den Magen (Fig. 41. 54); hier bestimmte ich die Höhe der Zellen auf 0,018 mm, die Länge ihrer Flimmerhaare auf fast 0,015 mm; ganz so lang wurden die Zellen und ihre Cilien an der gegenüberliegenden Oeffnung nicht (Fig. 63). Die Zellen im

Grunde des Magens waren cubisch, etwa 0,009 mm. hoch und hatten Härchen von 0,008 mm Länge.

In der Zellschicht des Magengrundes habe ich am häufigsten und am schärfsten ausgeprägt die Bildung getroffen, dass Zellen, deren Plasma in den Haematoxylinfärbungen tief dunkel gefärbt waren, verstreut zwischen den heller gefärbten, wohl immer zahlreicheren standen (Fig. 62. 63. 66).

Die flimmerlosen Zellen der Magendecke, des Lebermagens, waren im lebenden Zustande intensiv hellgelb gefärbt, eine Färbung, die sich in einzelnen nicht mit Osmium behandelten und in Glycerin conservirten Thieren in diffuser Form erhalten hat. Bei den übrigen Behandlungsweisen ist diese Färbung verschwunden. Sehe ich von den Grössen- und Formunterschieden ab, welche diese Zellen an verschiedenen Strecken besitzen, so erscheint die einzelne Zelle (Fig. 76. 77) als eine polygonische Säule, welche um das Drei- bis Vierfache ihren queren Durchmesser an Länge übertrifft und deren Gestalt durch das wechselnde Gefüge in der Verbindung mit den Nachbarzellen beeinflusst wird. Die Grund- und die freie Fläche der Zellen ist fast eben. Der Zellleib erscheint durch kleinste helle vacuolenartige Räume fast gleichmässig dicht schaumig; in den mit Eosin-Haematoxylin behandelten Präparaten bleibt seine Substanz ungefärbt, deren zwischen den kleinen vacuolenartigen lichten Räumen gelegenen Brücken sehen vielmehr bräunlichgelb aus. Auf der freien, in das Innere des Magens gewendeten Zelloberfläche erkennt man unter starken Vergrösserungen (W. $^1/_{24}$ homog. Imm.) einen Saum von feinen kurzen Stäbchen, die gewiss nicht beweglich sind, sondern in die bekannte Bildung des Stäbchenbesatzes gehören. Der mit Haematoxylin lebhaft sich färbende Kern liegt ganz im Grunde auf der Basalfläche und erschien in den meisten Zellen unregelmässig eckig, die Zacken waren bisweilen wie in kurze Ausläufer ausgezogen; meist erschien sein Plasma gleichmässig tief gefärbt, in einzelnen Fällen bei lichterer Färbung war aber auch ein gesondertes, sehr dichtes Kerngerüst zu erkennen. Das auffallendste an diesen Zellen ist ein meist in der oberen, der Lichtung

des Magens zugewandten Hälfte gelagertes, auch an den lebenden Thieren leicht wahrzunehmendes Concrement. In allen Präparaten finde ich dieses Concrement im Inneren eines kugeligen hellen Raumes, einer Vacuole, welche von den schaumigen Plasmamassen begrenzt wird. Das Concrement selbst besteht meistens aus einer einzigen, der Kugelform sich nähernden Masse, kann aber auch wurst- oder stabförmig sein, selten aus mehr als einem Brocken bestehend. Es hat im Ganzen ein bräunlichgelbes glänzendes Aussehen; erscheint unter stärkerer Vergrösserung mit höckeriger Oberfläche, und erweist sich dann im Ganzen wie zusammengesintert oder gekittet aus kleinen unregelmässigen Körnchen, die gelbbraun stark glänzend sind und ein helles Centrum gegenüber einer dunklen Randmasse zeigen, den Ausdruck einer starken Lichtbrechung. Mit Haematoxylin wird es lebhaft gefärbt; im polarisirten Licht zeigte die Masse keine Doppelbrechung. — Dieser Körnchenballen entsteht durch eine Anhäufung der in dem Zellplasma gebildeten Körnchen. In vielen Fällen sieht man nämlich diese Körnchen einzeln vertheilt im Plasma eingelagert an jenen Stellen, welche ich vorhin als die Vacuolen beschrieb, durch welche das Plasma schaumig erscheint. Aus solchen Fällen, in welchen die grosse concrementhaltige Vacuole mit diesen kleinsten zusammenhängt, schliesse ich, dass die zerstreut, wenn auch dicht nebeneinander im Plasma entstandenen Secretkörner unter Zusammenfluss der sie umgebenden Substanz zu dem grossen Concrement zusammentreten. Dass diese Masse als ein Excret aufzufassen ist, geht daraus hervor, dass gleiche Substanzen frei im Binnenraume des Darmes gefunden werden.

Die Gestalt dieser Excretballen führenden Zellen wechselt etwas nach den Orten, an welchen sie stehen; so habe ich sie an den Umschlagstellen der Decke des Magens in die Seitenwand erheblich verschmälert gefunden, wie wenn sie durch Druck zusammengepresst wären, und es ist mir nicht unwahrscheinlich, dass solche ungleiche Gestaltungen in den fixirten Präparaten zum Theil der Ausdruck eines im Leben wechselnden und vorübergehenden Zustandes sind. Dahin gehört auch das einige Male beobachtete Bild, dass eine einzelne dieser

Zellen aus dem Verbande der übrigen gleichsam herausgeschoben und frei über die Oberfläche dieser Zellschicht in den Hohlraum des Magens hinein vorragte, in der Regel dann mit etwas keulenförmig verdicktem freiem Endabschnitt. Ob dieser Zustand das Abwerfen einer ausgenutzten Zelle darstellt oder den Vorgang der Entleerung eines Secretballens kennzeichnet, konnte ich nicht entscheiden.

Die Grösse dieser Zellen des Darmes bestimmte ich auf 0,03 mm Höhe und 0,012 mm Breite, deren Kern zu 0,004 mm Durchmesser; die Concremente hatten in solchen Fällen einen Durchmesser von 0,009 mm, wuchsen aber bei gleicher Breite auch zu einer Länge von 0,018 mm an.

Zwischen diesen Zellen liegen einzelne eingebettet, deren Kern kugelig ist, gleichmässig hell gefärbt, und ein scharf begrenztes Kernkörperchen besitzt (Fig. 76). In einigen Fällen hatten solche Zellen eine grosse Vacuole ohne das sonst vorhandene Concrement. Es könnte ja nahe liegen, danach die andere Bildung des Kernes mit der jeweiligen Thätigkeit der Zelle in Verbindung zu setzen; doch kann ich dafür so wenig einen Beweis erbringen, wie für eine andere Auffassung, nach welcher Zellen mit den hellen Kernen junge Zellen oder Ersatzzellen seien.

Die allgemein flimmernden Epithelien des Mitteldarmes sind untereinander gleich, annähernd cubisch und dicht an einander gefügt; ihre Höhe war nicht ganz 0,012 mm, ihre dicht stehenden Flimmerhaare 0,006 mm lang.

Dagegen zeigen die gleichfalls alle flimmernden Zellen des Enddarmes Unterschiede in Form und Grösse. In der Anfangsstrecke dieses Darmabschnittes sind die Zellen höher als weiterhin und erscheinen bisweilen als ein wulstartiger Gürtel, in welchem die einzelnen Zellen von 0,012 mm bis 0,021 mm an Höhe schwankten (Fig. 64. 74.) Dieser Bezirk nimmt nicht viel mehr als ein Drittel der Länge des Enddarmes ein. Die Zellen, welche die Endstrecke auskleiden sind erheblich abgeplattet und meistens breiter als hoch; ihre Höhe sank bis auf 0,006 mm. Ueberall tragen die Zellen Flimmerhaare, in den Präpa-

raten aber waren die Cilien der Endstrecke besonders häufig unter einander verklebt. Als hervorragende Eigenthümlichkeit ist aber zu erwähnen, dass auch diese Zellen Concretionen umschliessen. Das beobachtete ich bereits an den lebenden Thieren. Diese Concretionen sind offenbar dem Aussehen nach von der gleichen Substanz gebildet, wie die Einlagerungen in den Zellen des Lebermagens, und haben die gleiche Grösse und Form wie diese; nur vermisste ich bisweilen in diesen Zellen die grosse bei den Zellen des Lebermagens nie fehlende Vacuole, in welcher das Concrement eingelagert war, und die gleichmässige Vacuolisirung des Plasma. In der ganzen Länge des Enddarmes fanden sich allerdings diese Concremente vor, aber — und auch das bildet einen Unterschied zum Lebermagen — durchaus nicht alle Zellen des Enddarmes besassen diese Einlagerungen, und es war deren Auftreten offenbar ein sehr wechselndes.

In der engen Afteröffnung steht das Epithel, welches die obere Decke des Kelches auskleidet, eine einfache kubische flimmerlose Zellschicht.

Zu der kurzen von Nitsche[1]) gegebenen Beschreibung des Darmes möchte ich hinzufügen, dass ich die von ihm angegebene äussere Bekleidung des Vorderdarmes mit einer homogenen Membran, welche nach Vigelius[2]) bei Barentsia am ganzen Darm vorhanden ist, nicht anerkenne, und dass die Meinung, der Enddarm scheine im Inneren nicht zu wimpern, nicht zutrifft.

Nach Hatschek[3]) ist bei der jungen Pedicellina echinata mit Ausnahme der Leberregion der ganze Darmtractus mit einer die Oberfläche des Epithels bedeckenden Cuticula versehen; besonders hoch und von Poren durchsetzt ist nach ihm diese Cuticula im Magen; jedem Flimmerhaar soll hier ein Porenkanal entsprechen. Ein solcher Saum, aber ohne Flimmern findet sich nach meiner Beobachtung auch an den Leberzellen, denen Hatschek eine Cuticula abspricht; dass durch den ganzen Darm eine Cuticula sich erstrecke, habe ich nicht gesehen.

---

1) Nitsche a. a. O. pg. 18.

2) W. J. Vigelius. Die Bryozoen, gesammelt während der dritten und vierten Polarfahrt des „Willem Barents". Bijdragen tot de Dierkunde uitgegeven door het Genootschap Natura artis magistra. 11e Aflevering. 2e Gedeelte. Amsterdam 1884. pg. 87.

3) B. Hatschek Embryonalentwicklung und Knospung der Pedicellina echinata. Zeitschr. f. wiss. Zoolog., Bd. 29, pg. 521.

Der Excretionsapparat.

Unschwer gelingt es, am lebenden Thiere die Anwesenheit eines Apparates zu erkennen, den man der Analogie nach als excretorischen bezeichnen wird. In dem Raume über dem Magen und zwischen dem Vorderdarm einerseits, dem Hirn andererseits findet man bei Flächenansichten des lebenden Thieres jederseits einen flimmernden hellen Canal, den man mit wechselnder Tubuseinstellung aus der medianen Region des Körpers in querer Richtung bis nahe unter die Körperoberfläche zu verfolgen vermag. Dabei erkennt man, dass der Canal mit ungleichen schwachen Windungen diese Bahn einhält und bei den Bewegungen im Körper in seinen Windungen bald mehr gestreckt, bald mehr zusammengeschoben wird. Die helle Wandung des Canales umschliesst eine deutliche Lichtung, in welcher sich in ununterbrochener Folge eine wogende, fliessende Flimmerbewegung zeigt, an welcher einzelne flimmernde Haare oder Läppchen jetzt nicht zu unterscheiden sind, mit Sicherheit dagegen, dass die Richtung des Flimmerstromes von den Seitentheilen gegen die Mediane des Körpers gerichtet war. Ueber das Verhalten dieser flimmernden Canäle an ihren Endstrecken war am lebenden Thiere von der medianen Strecke nichts zu erkennen, von der lateralen bei hoher Stellung des Tubus nur soviel, dass hier eine gegen das Körperinnere gerichtete, mit irgend einem Wimpertrichter versehene Oeffnung nicht vorhanden war. Der Durchmesser des flimmernden Ganges betrug 0,0092 mm, seine Lichtung war 0,0023 mm weit.

Weitere Aufschlüsse über den Bau des Apparates gab die Untersuchung von einzelnen Querschnitten und von Querschnittreihen. Danach besteht der ganze Apparat aus einer gemeinsamen unpaaren Ausführungsstrecke und aus den beiden paarigen blind endenden wimpernden Canälen, welche nach rechts und links in der vorher geschilderten Lage von ihm abgehen (Fig. 55. 66).

Der unpaare Ausführungsgang des Apparates liegt in der Medianebene des Körpers (Fig. 41. 66. 86) und steigt gegen die aborale Lippe des Mundeinganges von unten nach oben auf, bis er in dieser etwa

auf der halben Höhe über dem Niveau der oberen Kelchfläche deren Oberfläche trifft und nach aussen mündet (Fig. 41).

Die Wand dieses Ausführungsganges wird ringsum von Zellen gebildet, welche sich unmittelbar an das Epithel anschliessen, das auf der oberen Fläche der Lippe steht. Die Zellen sind aber stärker abgeplattet als die cubischen Epithelzellen der Lippe, und tragen Flimmern; dabei sind diese Zellen nur wenig von einander gesondert. Sie kleiden ringsum den Canal aus, doch in solcher Weise, dass die Kerne der Zellen an der Canalwand alternirend gegenüberstehend getroffen werden; der einzelne Kern war 0,012 mm lang und 0,003 mm dick, bei Haematoxylinfärbung trat ein Kerngerüst, wie aus zerstreuten Pünktchen gebildet in heller Grundsubstanz hervor, aber kein Kernkörperchen. — Die Länge des unpaaren Ganges betrug in einem Schnitte, wo ich sie vermuthlich ganz vor mir liegen hatte, 0,051 mm, seine Breite 0,009 mm.

Von dem unteren Ende dieses Ganges gehen die beiden paarigen, im Leben lebhaft in der Richtung nach dem Ausführungsgang zu flimmernden Röhren ab (Fig. 66). Die Lichtung liegt nach meiner Ueberzeugung nicht im Inneren von Zellen, die man als durchbohrte aufzufassen hätte, sondern zwischen Zellen. Diese Zellen sind äusserst platt und nur in ihrem den Kern umschliessenden plasmatischen Theile derartig verdickt, dass sie im Quer- und Längsschnitt hier das Bild einer Spindel zeigen, welche in feinste Spitzen übergeht; eine solche platte Zelle ist dann offenbar um die Lichtung des Canales herum gebogen und begrenzt diese, indem sie sich an gleichgestaltete Nachbarzellen mit den äusserst dünnen Randtheilen anschliesst. Auf den gefärbten Präparaten findet man nun die plasmatischen Strecken dieser Zellen meist nicht in unmittelbarer Berührung untereinander, und der Länge nach am Canal oft nicht einander gerade gegenüber, sondern alternirend, so dass die einzelne Zelle mit ihrer Wandung offenbar einen grossen Theil des Canales umfasst. Die Flimmerhaare sind, wohl durch die Einwirkung des Osmium, meist zu einer gemeinsamen bräunlich erscheinenden Masse zusammengeflossen, die strangförmig in der Lich-

tung des Rohres liegt. Doch sind an einzelnen Stellen die Flimmerhaare nur mit ihren Spitzen untereinander verklebt oder isolirt neben einander erhalten; sie geben das Bild des Verhaltens, welches wir für den lebenden Zustand anzunehmen haben. Die Cilien erscheinen dann als einfache Plasmafortsätze. Darüber aber, wie die Flimmerhaare auf den Zellen und in der Lichtung des Canales vertheilt sind, ob in gleichmässig dichter Verbreitung oder in gruppenweiser Vertheilung, kann ich eine Entscheidung nicht geben. — Diese Strecken des Excretionsapparates hatten in dem oben gemessenen Präparate eine Breite von 0,008 mm.

An den lateralen Enden der Canäle habe ich in diesen Präparaten ebenso vergeblich wie bei den lebenden Thieren nach einer inneren Mündung gesucht (Fig. 43). Diese Endstrecke ist breiter als die voraufgehende, ich bestimmte sie zu 0,012 mm; sie schliesst mit wenigen, vielleicht etwas grösseren Zellen ab, und hier habe ich die reihenartig auf dem plasmatischen Zelltheile stehenden Cilien deutlich und isolirt in die Lichtung des Canales vorspringen gefunden (Fig. 97. 98). — Der Kern in dieser letzten Zelle ist 0,009 mm lang und nicht ganz 0,005 mm breit, der Zellleib an dieser Stelle wenig höher; der Kern besitzt neben dem Kerngerüst ein deutliches Kernkörperchen.

Für das ganze Organ bleibt festzuhalten, dass der unpaare Ausführungsgang mit den dichter gefügten Zellen einen anderen Eindruck sowohl als die mittlere wie als die breitere Endstrecke der beiden Schenkel macht. Das ganze erscheint als ein in die Marksubstanz getriebener Canal, dessen Wand von den flimmernden Zellen bekleidet ist, die in der mittleren Strecke am weitesten auseinander rücken. Eine selbständige diese Epithelien tragende Canalwand, etwa eine besondere Stützmembran, habe ich nicht gesehen; wohl aber legen sich abgeplattete und flächenhaft ausgebreitete Zellen der Marksubstanz in solcher Weise auf den Aussenumfang des epithelialen Rohres, dass sie als Stützgewebe für dieses erscheinen (Fig. 97). Ob an einzelnen Stellen zumal der mittleren Strecke auch Marksubstanz allein unmittelbar die Begrenzung der Lichtung des Canales bildet, ist mir nicht ganz klar ge-

worden. Auffallend ist es, dass man an den Enden der Schenkel des Excretionsapparates fast regelmässig die kugeligen Zellen der Marksubstanz mit Körncheneinlagerungen findet (Fig. 97). Das legte mir die Vermuthung nahe, es möchte durch sie ein Transport von Excretstoffen aus der Substanz des Kelches an den Excretionsapparat erfolgen; doch habe ich positive Erfahrungen darüber nicht erhalten können.

Unsere Kenntnis von dem Excretionsapparat der Pedicellinen ist erst spät und langsam erworben. Nitsche[1]) hat wahrscheinlich schon die am lebenden Thiere ziemlich leicht wahrzunehmenden flimmernden Canäle gesehen, aber ihre Bedeutung durchaus nicht erkannt; diese legte erst Hatschek[2]) dar; seine bildliche Darstellung ist allerdings wenig zutreffend; sie lässt die Deutung zu, dass Hatschek hier den unpaaren Ausführungsgang und einen der paarigen Schenkel gesehen und abgebildet hat. Nach den Mittheilungen von Joliet[3]) und Harmer[4]) hat dann Foettinger[5]) zuerst den Nachweis gebracht, dass die beiden Canäle mit gemeinsamem Ausführungsgange nach aussen mündeten, und es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Bildung bei allen Pedicelliniden besteht.

Zu den noch strittigen Punkten in der Bildung der Excretionskanäle gehört zunächst die Frage nach dem Verhalten der terminalen Endigung des einzelnen Canales, denn auch Foettinger lässt es unentschieden, ob die Canäle gegen den Leibesbinnenraum geschlossen seien oder mit einer Oeffnung in diese hinein sehen. Dabei giebt er allerdings zu, von einer solchen keine Spur gesehen zu haben. Nach meinen Erfahrungen ist dagegen der Abschluss der terminalen Endstrecke gegen das Körperinnere hin durch eine letzte Zelle nicht zu bezweifeln, allerdings wohl auch kaum zu erwarten, sobald man von dem Fehlen einer Leibeshöhle überhaupt überzeugt ist.

Dass die Endstrecke der Excretionscanäle von der ausführenden in der Beschaffenheit der Zellen sich unterscheidet, tritt zuerst in den Angaben Harmer's für Loxosoma hervor. Die Zellen selbst sind nicht immer gleich aufgefasst. Hat-

1) Nitsche, a. a. O. pg. 29. Taf. III. Fig. 4. m.

2) B. Hatschek, a. a. O. pg. 515.

3) L. Joliet, Organe segmentaire des Bryozoaires endoproctes. Archiv. de Zoolog. expérim, T. VIII, 1879/80, pg. 497.

4) Sidney F. Harmer, On the structure and development of Loxosoma. Quarterly Journal of microscopical Science, Vol. XXV, New Ser, 1885, pg. 277.

5) Alex. Foettinger, Sur l'anatomie des Pédicellines de la côte d'Ostende. Archives de Biologies, T. VII, 1887, pg. 308.

schek hat zuerst die Zellen der Excretionscanäle, und zwar von deren Schlussstrecken als durchbohrte bezeichnet; Harmer und Foettinger sind ihm darin gefolgt. Nach den Bildern, welche ich erhalten habe, kann ich mich einer solchen Auffassung dieser Zellen nicht anschliessen; ich erachte die Fläche, auf welcher die Wimperhaare dieser Zellen stehen, als eine Oberfläche, und nicht als Fläche eines im Innern des Zellleibes gelegenen Hohlraumes. Wohl kann eine solche Zelle dem grössten Theile des Umfanges der Lichtung des excretorischen Rohres angelagert sein; dass diese Lichtung aber in Wahrheit eine intracelluläre sei, dafür habe ich eine Bestätigung nicht gefunden.

Harmer theilt bei Loxosoma der Schlusszelle des Excretionscanales eine „Wimperflamme“ zu. Das hat Foettinger für Pedicellina mit Recht bereits zurückgewiesen, und dieser Zelle grosse Wimperhaare beigelegt. Das Bild einer Wimperflamme entsteht allerdings auf doppeltem Wege leicht. Im lebenden Thiere erscheint die Gesammtheit der bewegten Flimmerhaare als ein einheitliches, in wogender Bewegung begriffenes Band; bei Behandlung mit gewissen Reagentien, z. B. mit Osmiumsäure, verschmelzen die Flimmerhaare leicht zu einer gemeinsamen Masse, und erzeugen dann wiederum das Bild eines einheitlichen Stranges, der als Wimperflamme gedeutet werden kann.

Der Geschlechtsapparat.

Die Nährthiere des Stockes der Ascopodaria macropus sind gonochoristisch, der Stock selbst aber trägt männliche und weibliche Personen nebeneinander. Der Geschlechtsapparat nimmt in beiden Geschlechtern gleiche Lage ein und besitzt übereinstimmende Theile.

Die unpaare Ausmündung des Apparates liegt gleichmässig in der Medianebene auf der aboralen Hälfte des Kelches meist unter dem dachförmig darüber hervorragenden Afterkegel.

Die Nachbarfläche wird allerdings in beiden Geschlechtern ungleich ausgestaltet, insofern bei den geschlechtlich thätigen Weibchen auf ihr die Eingänge in die Bruttaschen liegen, während im reifen Männchen die Hoden auf ihr bald mehr bald minder starke Vortreibungen veranlassen können.

Von dieser äusseren Geschlechtsöffnung führt ein dickwandiges unpaares Rohr in der Richtung gegen den Vorderdarm schräg abwärts auf die obere Fläche des Lebermagens: die Vagina des weiblichen, der

Ductus ejaculatorius des männlichen Thieres. Dieser Gang endet blind, giebt aber vor dem blinden Ende fast unter rechtem Winkel jederseits einen kurzen Canal ab, den Oviduct oder das Vas deferens, welches in das kugelige keimbereitende Hohlorgan, den Eierstock oder den Hoden hinüberführt.

Der weibliche Geschlechtsapparat.

Ich gebe dessen Schilderung hier vor allem auf Grundlage einer lückenlosen Reihe von 87 Schnitten, welche quer von rechts nach links rechtwinklig zur Medianebene durch ein Weibchen, in dessen Bruttaschen Embryonen und in dessen Eierstöcken die grössten Eier fast reif waren, geführt sind. Die Dicke der Schnitte betrug durchschnittlich $^1/_{200}$ mm (Fig. 67—73).

Die Eingangsöffnung in die Vagina steht auf einer niedrigen papillenförmigen Erhebung, welche schräg aufwärts gegen den Afterkegel gewendet ist; es ist eine quere Spaltöffnung, bis zu welcher sich das Epithel der Kelchdecke bei nicht trächtigen Thieren unverändert erstreckt; trägt das Weibchen Embryonen, so liegt diese niedrige Papille im Bereiche des Brutraumes und erfährt dementsprechende Umgestaltungen (Fig. 41. 49. 50. 90—93).

Die Vagina ist ein von der Papille schräg abwärts gegen den Vorderdarm und Lebermagen zu verlaufendes Rohr, dessen Anfangsstrecke prismatisch gestaltet ist, welches weiterhin allmälig drehrund mit ovalem Querschnitt wird und schliesslich keulenförmig abgerundet endet (Fig. 41. 73—67). Seine Wand ist von Zellen gebildet, welche der Länge des Rohres nach ungleich beschaffen sind; darin aber gemeinsam gestaltet, dass sie überall Flimmern tragen. Im Inneren der Papille, unmittelbar an die Ausmündung angeschlossen umgiebt ein cubisches gleichhohes Epithel die enge quer verzogene Lichtung. Sobald das Rohr weiterhin frei in der Marksubstanz des Kelches liegt, anfänglich hart unter dessen oberer epithelialer Decke, zeigt es bei querer niedriger Lichtung eine dreieckige Querschnittfläche dadurch, dass die einschichtige Zelllage seiner Wandung auf der unteren Fläche

aus niedrigen cubischen Zellen zusammengesetzt wird, während die obere Wand aus einem Cylinderepithel besteht, dessen Zellen von jeder Seite her gegen die Mitte an Höhe zunehmen (Fig. 72). Die Breite der Vagina war hier 0,066 mm, die grösste Höhe 0,021 mm; das Lumen hatte 0,045 mm auf 0,004 mm Weite; das Epithel der unteren Fläche war 0,004 mm das der oberen 0,012 mm hoch. Das Plasma der Zellen war fast homogen, in den Kernen ein deutliches Kerngerüst; Flimmern überall.

Eine allmälige Umwandlung der Gestalt des vaginalen Rohres führt zu dem Bilde, welches ich nach fünf weiteren Schnitten fand; das Rohr lag hart auf dem Lebermagen, die Schnittfläche war queroval ausgedehnt wie vorhin (0,057/0,024 mm) die Lichtung weiter (0,024/0,009 mm), die Zellen im ganzen Umfang gleichmässig hohe, cilientragende Cylinderzellen. Als ein neues trat hinzu, dass auf der oberen Fläche des abgeplatteten Rohres im Inneren der Marksubstanz einzelne annähernd kugelige Zellen mit hell erscheinendem Leibe dem Epithel aufgelagert waren (Fig. 73).

Diese Zellen gewinnen weiterhin an der Länge des Rohres die Bedeutung, dass sie an Stelle der bis hier ringsum vorhandenen Epithelzellen treten. Nach vier weiteren Schnitten ist das bereits so weit gediehen, dass das Rohr (0,06 mm breit, 0,03 mm hoch mit einer Lichtung von 0,021/0,009 mm) nur in seiner unteren Hälfte eine einschichtige Zellwand von niedrigem Cylinderepithel, wie in der vorderen Strecke besitzt, während der obere Umfang von hellen kugeligen Zellen in mehrfacher Lage gebildet wird. Schon auf dem folgenden Schnitte dehnt diese Zellschicht sich weiter aus und findet sich auch auf der unteren Fläche, sodass von nun ab die Zellen der einfachen, epithelial gefügten Lage in der Wand der Vagina nicht mehr vorhanden sind, und die mehrfach geschichteten scheinbar kugeligen Zellen allein die Wanddecke bilden (Fig. 71). Dabei nimmt das Rohr, während die Lichtung die gleiche bleibt, an Dicke zu und misst 0,072/0,036 mm. — Die in solcher Weise an die Stelle des einschichtigen Epithels tretenden Zellen liegen geschichtet im Umfange des Rohres; sie fügen sich zwar

enge ineinander, sodass sie gegeneinseitig ihre Form beeinflussen, immer aber ist der Verband ein nicht so enger wie bei einem regelmässigen Epithel, und hier und da sind deutlich intercellulare Hohlräume zu beobachten. Die von der Kugelgestalt durch den gegenseitigen Druck abweichende einzelne Zelle misst 0,012 mm im Durchmesser und hat einen Kern von 0,004 mm. Das helle Aussehen, welches sie bei schwächeren Vergrösserungen zeigt, rührt daher, dass der Zellleib dicht gedrängt von kleinen vacuolenartigen hellen Räumen erfüllt ist, zwischen denen bei Haematoxylin-Eosin-Färbung gelbröthliche Balken und Platten stehen; die Oberfläche der Zelle ist von einer blauviolettgefärbten äusserst schmalen Schicht begrenzt, die wohl als Zellwand bezeichnet werden kann. Der grosse Kern ist kugelig und liegt im Centrum der Zelle; in seiner hellviolettgefärbten Substanz steht ein aus scharf begrenzten Körnern oder kurzen Fäden bestehendes Gerüst mit deutlichem Kernkörperchen (Fig. 51). — Nach dem Aussehen des Zellplasma halte ich diese Zellen für Drüsen, ihr Secret für die Hüllsubstanz, mit welcher die abgelegten Eier in der Bruttasche befestigt werden. Hier und da sah ich an den Zellen einen auffallenden grösseren lichten Fleck, den ich für einen Ort zur Entleerung des Secretes in die intercellularen Räume ansehen möchte, aus denen das Secret weiter in die Lichtung der Vagina eintritt.

Zu jeder Seite der Vagina zeigt die Schnittserie, bald nachdem die kugeligen Zellen die Wanddicke der Vagina allein bilden, die quer durchschnittenen Eierstöcke. Dann ändert sich das Bild der Lichtung der Vagina; indem sich der Hohlraum mehr in die Breite zieht, erscheint er als ein Spalt, der die ganze Breite des vaginalen Rohres durchsetzt und mündet nun weiterhin jederseits durch eine kurze Ausstülpung in den Hohlraum der anliegenden Ovarien (Fig. 70). Darüber hinaus zeigten dann 3 Schnitte (Fig. 69—67) im Bereich der Vagina nur eine compacte Lage der kugeligen hellen Zellen; die Wand der Vagina schliesst hier am hinteren Ende mit einer keulenförmigen Auftreibung dicht gedrängter Zellen ab. An Längsschnitten ergiebt sich, dass die hier gehäuft liegenden Zellen alle birn- oder keulenförmig ge-

staltet sind und ihre verdünnten Strecken gegen die Lichtung des Ganges wenden. Auch hier ist der Gang von haarartigen Gebilden gefüllt, welche ich für Flimmerhaare halte, wie an den weiter gegen die Mündung gestellten Zellen. Zweifel über diese Deutung waren mir insofern gekommen, als diese Haare möglicherweise auch Secretfäden hätten sein können; doch haben wiederholte Prüfungen der Präparate mir die Anschauung bekräftigt, dass es sich auch hier wie in der gleichen Strecke des männlichen Ausführungsganges um Flimmerhaare handle.

Vor dem mit verdickter Wandung blind endenden Vaginaabschnitt führt also jederseits aus ihr eine röhrenförmige Strecke hinüber zu den Ovarien, ist aber so kurz, dass sie auf der Aussenfläche als eine selbständige Bildung nicht zu Tage tritt. Immerhin möchte ich diese Strecke als einen besonderen Abschnitt im anatomischen Sinne betrachten und als Oviduct bezeichnen. Die Wandung eines jeden Oviductes wird von den gleichen Zellen gebildet, welche die innere Strecke der Vagina bilden; ihre innere Oberfläche trägt Flimmerhaare.

Der einzelne Eierstock, dessen Gestalt und Grösse je nach dem Reifezustand seiner Eier wechselt, ist stets als ein kurz gedrungenes birnenförmiges, in jungen Stadien der Kugelform nahe kommendes Hohlorgan aufzufassen. Seine dicke Wandung wird von Zellen gebildet, die man wohl als Keim- und Eizellen in ungleichen Entwicklungsstadien zusammenfassen kann, und von einer deutlichen, den äusseren Umfang abschliessenden tunica propria. In der Vertheilung der Zellen gilt als Regel, dass die jüngsten Zellen auf der Grenze des Oviductes, um dessen Eingangsöffnung gelegen sind, während die ausreifenden oder gereiften Eier an dem der Mündung gegenüberstehenden Umfange in der Wand gelagert sind. Danach stellen die am Oviduct gelegenen Zellen wohl ein Keimlager vor, aus dem die reifenden Eier hervorgehen, gegen den Grund des Eierstockes verschoben werden und von da in dessen Binnenraum hineintreten (Fig. 71—67. 80—82). In jugendlichen Zuständen nimmt dieses Keimlager einen grössten Theil vom Umfange der Wand des blasenförmigen Hohlorganes ein.

Im besonderen findet sich im Anfangstheile des birnförmigen Ova-

rium ein enger cylindrischer Canal von der Weite des Oviductes, dessen unmittelbare Fortsetzung er ist; dieser Canal mündet in einen centralen kugeligen Hohlraum mit einem Quermesser von 0,018 mm. Die um den Halstheil des Ovarium zunächst dem Eingange stehenden Zellen sind schmale hohe Cylinderzellen von 0,015 mm Höhe und 0,003 mm Breite mit einem in der Mitte des Zellleibes liegenden langgestreckten Kern von 0,012/0,002 mm. Ihr fein gekörntes Plasma ist gleichmässig vom Haematoxylin gefärbt; der Kern ist kaum stärker gefärbt und besitzt ein in gröberen Körnchen auftretendes Chromatin, ohne besonderes Kernkörperchen; weiter gegen das centrale Lumen hin sind die der inneren Oberfläche zunächst stehenden Zellen weniger abgeplattet, bei 0,015 mm Höhe 0,009 mm breit, dem entsprechend ihr Kern 0,009/0,006 mm; Zellleib und Kernsubstanz dem voranstehenden durchaus ähnlich. In dieser Region treten nun schon unter und zwischen diesen Zellen, so viel ich gesehen, nie die innere Oberfläche erreichend Zellen auf, die sich als junge Eizellen darstellen. Solche durch Druck mannigfaltig von der Kugelform abweichende Zellen haben bei einem Durchmesser von 0,03 mm und einem gleichmässig gefärbten feinkörnigen Plasma ein 0,015—0,018 mm grosses blasenförmiges pralles Keimbläschen mit derber Wand und einem hell erscheinenden Binnenraume, in welchem dicke, stark gefärbte Chromatinbalken ein weitmaschiges Gerüst bilden, welches mit dem grössten Theile seiner Fäden in der Nähe der Wand des Keimbläschens gespannt ist. Bisweilen zeigen diese Zellen bereits im Inneren des Keimbläschens einen scharf begrenzten compacten kugeligen 0,004 mm im Quermesser haltenden Körper, welcher meist nicht von Haematoxylin gefärbt, sondern gelblich erscheint; ich will ihn als Kernkörperchen bezeichnen. — Geht man aus dieser Region gegen den kugeligen Theil des Ovarium, so schliessen sich an die erwähnten jungen Eier allmälig grössere und reifere an, wobei das Bild der verschiedenen Ovarien sehr mannigfaltig wechselt. Für die Lagerung stellt sich aber das als ein Gemeinsames heraus, dass die reifenden und reifen Eier mit einem mehr oder minder grossen Theil ihrer Oberfläche frei in den Binnenraum hineinragen; es ist, wie wenn sie mit wachsender

Ausdehnung die deckende Schicht der Zellen durchbrochen hätten. Denn kleine Zellen, nach Färbung und Beschaffenheit des Leibes und Kernes den Zellen des Halses ähnlich, nur sehr mannigfaltig gestaltet, liegen zum Theil auf der der Lichtung des Eierstockes zugewandten Fläche oder schieben sich zwischen zwei einander benachbarte grössere Eier. Dass solche Zellen aber ein reifendes oder gereiftes Ei nach Art eines geschlossenen Follikel völlig umgäben, habe ich nie gesehen.

Die Veränderungen, welche am reifenden Ei vor sich gehen, bestehen in der Ausbildung des Dotters, indem an Stelle des färbbaren Plasma der jungen Eizelle eine gelbliche körnige gleichmässig durch das Ei verbreitete Substanz tritt, durch welche der Leib der Eizelle an Ausdehnung zunimmt; in dieser liegen ganz zerstreut kleinste von Haematoxylin blau gefärbte Körnchen. Die Aussenfläche wird von einer Membran begrenzt. Das Keimbläschen wird grösser, an Stelle der starken Chromatinfäden treten sehr viel zartere, körnig erscheinende viel schwächer gefärbte Fäden, welche netzförmig den hellen Binnenraum durchziehen; ein Kernkörperchen ist wohl immer, wenig grösser als früher, vorhanden. In den grössten Eiern erleidet dieses Bild nur insofern eine Veränderung, als die sehr dünne Wand des Keimbläschens sehr unregelmässig eingebuchtet wird, so dass zapfenförmige Vorsprünge des Dotters die Keimbläschenwand nach innen drängen. Solche Eier sind zur Befruchtung reif; ich behaupte das nach dem Funde eines in den Dotter eines so beschaffenen Eies eingedrungenen Spermatozoen. Die reifen Eier haben 0,06 mm im Durchmesser, ihr Keimbläschen 0,045 mm.

Im Grunde des Eierstockes sind bei Thieren, welche im Brutraume Embryonen tragen, unregelmässig begrenzte, fast wabig erscheinende Räume, welche ausser gelegentlich kleinen wie Gerinnsel aussehenden Massen keinerlei geformte Substanzen enthalten. Ich halte diese Räume für solche, denen ein gereiftes Ei entfallen ist, leere »Follikel«; vermuthlich gehen sie zu Grunde (Fig. 81).

Ausser diesen treten hinter und neben den reifen Eiern tief blau gefärbte meist ganz homogene, kugelige Ballen von 0,015 mm Durchmesser auf, in denen bisweilen ein farbloses wie ein Kernkörperchen

aussehendes Kügelchen enthalten war (Fig. 81). Sind das Richtungskörper, welche die Eier bei der Befruchtung ausgestossen haben und die nun hier im Eierstock geblieben sind, während die Eier nach aussen entleert wurden?

Der männliche Geschlechtsapparat.

Der männliche Geschlechtsapparat zeigt verglichen mit dem weiblichen eine durchaus andere Massenentfaltung seiner einzelnen Theile, während die Grundform des Apparates übereinstimmt. Es sind die keimbereitenden Organe des männlichen Thieres gegenüber den ausführenden Organen sehr viel stärker entwickelt als im weiblichen Thiere, ein Unterschied der nur zum Theil darauf zurückzuführen ist, dass der ausführende Theil des weiblichen Geschlechtsapparates in seiner drüsigen Strecke Aufgaben vollzieht, für welche sich ein Analogon im männlichen Organcomplex nicht findet. Diese verhältnismässig grosse Entwicklung der Hoden und geringe Ausbildung des Ausführungsganges bringt dann auch eine Ungleichheit in den Lagerungsverhältnissen der männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane mit sich.

Meine Beschreibung des männlichen Geschlechtsapparates fusst zunächst auf einer Folge von Querschnitten, welche denen entsprechen die der Beschreibung des weiblichen Thieres zu Grunde lagen. Sie gehören einer Reihe von 46 Schnitten zu je $^1/_{133}$ mm Dicke an, Schnitte aus einem Thiere, welches ich deshalb als ein vollreifes in Anspruch nehme, weil nicht nur in den Hoden, sondern auch vor der Mündung des Ausführungsganges, auf der oberen Fläche des Kelches, ausgebildete Spermatozoen lagen (Fig. 61—58).

Der Ausführungsgang des Apparates ist ein kurzes Rohr, welches in seiner ganzen Länge nur 4 Schnitte der verwendeten Reihe von Präparaten einnimmt, also etwa 0,03 mm lang ist. Seine Mündung liegt ohne papilläre Erhebung auf der Medianlinie der oberen Kelchfläche (Fig. 60. 61), welche hier jederseits durch die rechts und links davon gelagerten Hoden aufgetrieben sein kann, und zwar fast genau auf der halben Länge des Thieres, im 23. Schnitte. Von hier steigt der

Gang zunächst gerade abwärts in der Dicke eines Schnittes), biegt dann in oraler Richtung und mit schwacher Neigung gegen den Lebermagen um, erreicht aber diesen nicht, sondern endet, indem er nach rechts und links mit einem ganz kurzen aber breit trichterförmigen Vas deferens in die Hoden übergeht (Fig. 58). Der nach den Querschnitten gleichmässig dicke drehrunde Gang misst 0,024 mm im Durchmesser und hat eine Lichtung von 0,009 mm Quermesser. Von dem Eingange auf der äusseren Oberfläche bis zur Mündung am Hoden ist die ganze Länge mit Flimmerhaaren ausgekleidet. Diese gehören einem gleichmässigen Epithel von 0,0075 mm Höhe an; die Abgrenzungen der einzelnen Zellen gegen einander sind wenig deutlich, das Plasma erscheint fast homogen; ihr 0,006 mm hoher in der Mitte der Zelle liegender Kern hat ein stärker gefärbtes Kerngerüst, kein besonders hervorstechendes Kernkörperchen. An der mittleren Strecke des Ganges lag an seinem oberen Umfange, auf zwei Schnitten, eine kleine Anzahl von kugeligen hellen vacuolisirten Zellen, welche locker aneinander gefügt wie eine kleine Kappe dem Gange aufgesetzt waren (Fig. 58). Die Zellen hatten 0,009 mm im Durchmesser und einen in der Mitte des Leibes gelegenen Kern von 0,004 mm. Sie haben dadurch ein gewisses Interesse, dass sie einigermaassen an die Zellen erinnern, welche im weiblichen Thiere eine Strecke der Vagina bilden und anfänglich gleichfalls über dem Epithel gelagert sind. Dass diese Zellen im Männchen aber eine drüsige Function besitzen wie die genannten Zellen im Weibchen, habe ich nicht beobachtet.

Die am Ende des Ganges nach rechts und links fast rechtwinklig abzweigenden Hohlräume führen unmittelbar in die anliegenden Hoden. Wenn ich von einem jederseits liegendem Vas deferens spreche, so geschieht dies mit Rücksicht auf die Ausdehnung, in welcher im Umfange dieser Lichtungen das flimmernde Cylinderepithel zu verfolgen ist. Am hinteren Ende des unpaaren Ausführungsganges setzt sich jederseits ein von diesen Zellen gebildeter flacher Trichter an, dessen Rohr das Vas deferens ist, dessen Wand und Eingang in den Bereich des Hodens

fällt. Der Trichter hat eine grösste Höhe von 0,036 mm und eine grösste Breite von 0,025 mm; seine cylindrischen Zellen tragen lange Flimmerhaare (Fig. 58. 96).

Die Hoden stellen in demjenigen Reifestadium, welches ich hier beschreibe, zwei grosse compacte abgeflachte Sphaeroide dar, welche in der Richtung von oben nach unten kleiner (0,075 mm) als in den beiden rechtwinklig dazu stehenden Richtungen (0,12 mm) sind. Ihre Oberfläche trägt eine deutlich kennbare, mit einzelnen eingelagerten Kernen versehene Hülle, ihre Masse besteht aus reifen Spermatozoen und deren ungleichen Entwicklungstufen (Fig. 96). Die reifen Spermatozoen liegen vorwiegend in dem Eingang zu den Trichtern angehäuft, finden sich aber auch zerstreut zwischen den übrigen Spermatocyten. Das reife Spermatozoon ist ein fadenförmiges Gebilde mit einem langen cylindrischen Köpfchen, welches wenig dicker als der Schwanzfaden ist; das Köpfchen ist durch Haematoxylin-Eosin intensiv blau gefärbt, der Schwanzfaden ist schwach bräunlich.

Der Brutraum und die Bruttaschen.

Sobald im weiblichen Thiere die in den Ovarien befruchteten Eier entleert werden, entwickelt sich für deren Aufnahme und Aufbewahrung von der oberen Kelchstrecke ein Raum, der je nach der Zahl der hier zu bergenden Embryonen eine wachsende Ausdehnung gewinnt. Dieser Raum ist ein Theil des Atrium; er öffnet sich nach oben in den von den Cirren umstellten Bezirk, soweit sich nicht der Afterkegel hier hinein legt; seinen Boden bildet anfänglich die ebene obere Kelchdecke, den seitlichen Umfang die mediale Fläche der Atrialrinne, während nach vorn die Fläche der Lippe und nach hinten und oben der Afterkegel abschliesst. Auf diesen Flächen liegt, solange die Brutpflege ruht, ein niedriges, im Männchen stets allein vorhandenes Plattenepithel. Treten aber in diesen Raum die der Entwicklung entgegen gehenden Eier, so erfährt das Epithel auf der oberen Fläche des Kelches und auf der medialen Fläche der Atrialrinne eine Umwandlung; seine Zellen werden höher und an Stelle des Plattenepithels tritt ein cubi-

sches Epithel oder Cylinderepithel. Während die Epithelien der nicht veränderten Kelchdecke 0,003 mm hoch sind, wächst das Epithel der Brutsäcke zu einer Höhe von 0,015 mm, während Breite und Dicke etwa 0,006 mm betragen. In Präparaten, welche mit Haematoxylin gefärbt sind, zeigen die neben einander stehenden Zellen eine sehr ungleich starke Färbung, so dass in unregelmässiger Vertheilung dunkel und hell gefärbte Zellen mit einander abwechseln (Fig. 71. 73. 74. 78. 79. 83—93). Dieses Verhalten deutet an, dass mit dem Wechsel der Gestalt auch eine andere Aufgabe für diese Zellen erwachsen ist, und ich zweifle nicht, dass diese Zellen jetzt eine ausscheidende Thätigkeit übernommen haben.

Ich unterscheide in einem voll entwickelten Brutraume unter diesen Zellen drei Zustände, welche durch eine Reihe von Zwischenstufen in einander übergehen. In diesen Zellen hat der Kern fast immer eine langovoide Gestalt, nimmt in dem ersten Zustande in der Breite fast die Zelle ein, bleibt aber an Höhe zurück; seine Substanz, gegen das Plasma scharf abgegrenzt, ist licht gefärbt, mit freien punktförmigen ziemlich dicht gelagerten Körnchen. Dieses Aussehen ist in allen diesen Zellen in der Regel. — Das Plasma der Zelle ist auf dem ersten Zustande tief dunkel gefärbt und lässt dann eine weitere Structur nicht erkennen; derartige dunkel gefärbte Zellen pflegen schmaler als die Nachbaren zu sein. Bisweilen ist nur ein Theil des Zellleibes dunkel gefärbt, dann erscheint der Rest wie in den Zellen der zweiten Gruppe. — In diesen ist das Plasma hell gefärbt, fast homogen oder gleichmässig feinkörnig. In der dritten Stufe erscheint der Zellleib ganz hell von gefärbten Strängen oder Balken durchsetzt, die von der Kernoberfläche zur Zellwand ziehen. Diese Stufe ist mit der zweiten durch solche Bilder verbunden, in welchem hellgefärbtes feinkörniges Plasma den Kern umgiebt, auch wohl einen den Kern umschliessenden Strang bildet, der von der Oberfläche der Zelle bis in deren Grund sich erstreckt. An den Umfang dieses Plasmarestes schliesst sich dann der helle von farbigen Strängen durchzogene Bezirk, welcher nach aussen von der Zellwand abgeschlossen wird.

Dass der zweite und dritte Zustand in einem solchen Zusammenhang stehen, dass der letztere durch Umwandlung des plasmatischen Zellleibes unter Vacuolenbildung oder in secretorischer Thätigkeit aus dem ersteren hervorgeht, ist mir sehr wahrscheinlich. Vielleicht stellen dann die tief dunkel gefärbten Zellen ruhende Zustände oder Ersatzzellen vor, welche durch Neubildung entstanden sind (Fig. 78. 79).

Dass eine Zellvermehrung hier stattfindet, um die Ausdehnung der Brutsäcke zu erzeugen, ist unzweifelhaft. Aber auch in den ganz entwickelten Brutsäcken habe ich im Epithel gelegentlich Zellen gesehen, in welchen der Kern etwas aufgetrieben war und ein Fasergerüst zeigte, wie es bei der Einleitung karyokinetischer Vorgänge auftritt. Danach vermuthe ich auch in diesen Zuständen noch eine Vermehrung der Zellen zum Ersatz der in ausscheidender Thätigkeit verbrauchten.

Den Anlass zu einer Umgestaltung der Epithelien geben vielleicht die in den Brutraum eingeführten Embryonen durch mechanische Reizung. Jedenfalls befindet sich diese Fläche in gesteigerter Lebensthätigkeit, welche sich durch Flächenvergrösserung kundgiebt, die nur durch Vermehrungsvorgänge an den Epithelien hervorgerufen werden kann.

Mit diesem Wachsthumsvorgange kommt es im Brutraume zur Bildung der Bruttaschen und eines Brutträgers. In der aboralen Hälfte des Kelches erweitert sich einmal der Brutraum in der Richtung gegen den Afterkegel hin, welcher durch die in die Marksubstanz eindringende Höhlung steil aufwärts gehoben wird, und stülpen sich andererseits rechts und links von der Medianebene weite sackige Taschen mit der Richtung gegen den Enddarm nach abwärts in die Marksubstanz des Kelches ein, gebildet von den Epithelien der soeben geschilderten Form (Fig. 42). Diese mit weiten Oeffnungen in den gemeinsamen Brutraum mündenden Taschen sind auf dem höchsten Grade ihrer Ausbildung am blinden Ende in unregelmässige blasige Erweiterungen aufgetrieben, gewissermaassen den Läppchen einer acinösen Drüse zu vergleichen (Fig. 89—93). In solchen Zuständen liegen sie dann zwischen den Seitenwänden des Lebermagens und der Körperwand. Von den benach-

barten Eingeweiden bleiben sie durch die Massen der Marksubstanz geschieden. In ihrer grössten Entwicklung tragen sie nicht unerheblich zu einer unregelmässigen Auftreibung in der oberen Hälfte des weiblichen Körpers bei und erstrecken sich oralwärts so weit, dass sie noch zur Seite der Ovarien angetroffen werden, während sie in der aboralen Hälfte zu den Seiten des Enddarmes vorragen (Fig. 74).

Alle diese Räume sind von den ungleich weit entwickelten Embryonen erfüllt; im Allgemeinen gilt aber als Regel, dass die jüngsten Embryonen in der unmittelbaren Nähe der in den Brutraum mündenden Oeffnung der weiblichen Vagina liegen, zu den Seiten derselben angeheftet, während die reiferen Embryonen und Larven den übrigen Theil des Brutraumes und die Bruttaschen, freiliegend, erfüllen.

Dafür dass in den Brutraum und in die Bruttaschen hinein von deren Epithelauskleidung eine Substanz geliefert werde, welche zur Ernährung der Jungen dient, habe ich keine unmittelbar beweisende Beobachtungen beizubringen. Dass aber die Epithelzellen eine Ausscheidung in den Brutraum und seine Erweiterungen liefern, geht daraus hervor, dass sie häufig auf ihrer Oberfläche einen saumartigen feinkörnigen Ueberzug zeigen und dass von diesem sich fadig flockige Massen ablösen und im Brutraum liegen, vielleicht fest gewordene Gerinnsel einer flüssigen Ausscheidung (Fig. 78). Ob auch feste geformte Körper abgesondert werden, kann ich nicht sicher entscheiden. Ich finde in meinen Schnittserien nicht selten kugel- oder unregelmässig geformte Brocken einzeln oder in Ballen vereinigt von einer theils bräunlich gelben, theils gefärbten Masse; da diese Gebilde bisweilen wie eingekeilt zwischen den Epithelien sassen, entstand die Vorstellung, sie möchten Auswürflinge des Epithels sein, vielleicht auch im Ausscheidungsvorgange erschöpfte und abgeworfene Zellen. Da aber der Zutritt in den Brutraum von aussen nicht gehemmt und die Embryonen Ausscheidungen und Koth entleeren mögen, ist diese Sache an anderem Material, als mir zur Zeit zur Verfügung steht, weiter zu verfolgen.

Mit der Bildung der Bruttaschen geht die Entwicklung eines Brutträgers Hand in Hand. Ich verstehe darunter eine Faltenbildung, welche

sich unmittelbar an der Mündung der Vagina und zwar oralwärts gewendet entwickelt. Im Beginn der Neomelie handelt es sich dabei um eine wulstartige Auftreibung der Epithelfläche, auf welcher die umgewandelten Epithelzellen stehen. Schreitet der Vorgang weiter vor, so wird durch vielfache unregelmässige Wucherungen der anfänglich glatte Wulst ungleichmässig aufgetrieben und gefaltet und erhält dadurch eine krause und höckrige Oberfläche (Fig. 49. 50). Hieran haften dann die abgelegten und in Entwicklung begriffenen Eier, befestigt durch eine stilartige Verlängerung der sie ringsum einhüllenden, aus der Vagina stammenden Haut.

Die früheren Angaben über die Geschlechtsverhältnisse der Pedicellineen weichen in einem Punkte auseinander. Nitsche[1]) hatte von Pedicellina echinata angegeben, dass die Einzelthiere hermaphroditisch seien, und Hatschek[2]) zeichnet aus derselben Art neben einander die Anlage von Eierstock und Hoden, während später Harmer[3]) und Foettinger[4]) die Trennung der Geschlechter für Pedicellina betonen, und zwar hebt Foettinger ganz besonders hervor, dass, von den übrigen Arten abgesehen, die P. echinata Sars, „variété avec piquants" keine Spur eines Hermaphroditismus zeige.

Ich habe dagegen bei P. echinata, welche ich im Hafen von Cartagena gesammelt habe, und die in characteristischer Weise durch den Besatz der Träger mit Dornen sich auszeichnet, den ausgesprochenen homochronen Hermaphroditismus gefunden. In Schnittserien durch die Thiere zeigen sich, ganz in der Weise, wie Nitsche das beschrieben hat, in jeder Körperhälfte je ein Ovarium mit reifenden Eiern und ein kugeliger Hoden mit reifendem und gereiftem Sperma. Jedes der keimbereitenden Organe hat seinen gesonderten Ausführungsgang; die beiden Ausführungsgänge für Eierstöcke und Hoden münden aber schliesslich gemeinsam oder unmittelbar neben einander[5]).

1) Nitsche a. a. O. pg. 26.

2) Hatschek a. a. O. Taf. XXX, Fig. 47. 48.

3) Harmer a. a. O. pg. 280.

4) Foettinger a. a. O. pg. 313.

5) Ich erwähne hier beiläufig, dass die von B. Uljanin (Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte von Pedicellina, Bulletin de la Société impér. des Naturalistes de Moscou T. XLII, 1869, pg. 430, Taf. V, Fig. 2) beschriebenen und abgebildeten Ovarien und Dotterstöcke der für gonochoristisch erklärten Pedicellina echinata augenscheinlich Eierstöcke und Hoden sind.

Worauf diese Ungleichheit in den Angaben zurückzuführen ist, vermag ich nicht anzugeben. Eine mir aufsteigende Vermuthung, dass Nitsche und ich eine andere Art als Pedicellina echinata (S) als Harmer und Foettinger bezeichnet haben, kann ich nicht beweisen, sie ist aber wenig wahrscheinlich. Der einzige Unterschied im Geschlechtsstande der Thiere kann zu einer solchen Deutung nicht zwingen.

Foettinger hat die Meinung Harmers, dass bei Pedicellineen ein heterochroner Hermaphroditismus vorhanden sei, zurückgewiesen, und ich gestehe, dass ich zunächst meinen Befunden gegenüber ihm beistimmen möchte; es ist mir sehr unwahrscheinlich, dass in einem und demselben Thiere die ausführenden Apparate, welche ich neben einander beobachtet hatte, nach einander auftreten sollen. Da aber andererseits Harmers und Foettingers Angaben über die Eingeschlechtigkeit der von ihnen beobachteten Pedicellinen, hier im besonderen Falle der Ped. echinata gegenüber den Angaben von Nitsche und mir nicht einfach zur Seite zu schieben sind, und es wenig wahrscheinlich erscheint, dass diese Differenz in einer specifischen Ungleichheit des untersuchten Thieres beruht, so würde daran zu denken und eine Untersuchung darauf zu richten sein, ob in verschiedenen Jahreszeiten die Stöcke etwa ungleich sexuirte Nährthiere erzeugten, so dass zu der einen Zeit gonochoristische, zu einer anderen Zeit hermaphroditische Kelche vorhanden sind.

Dass die Stöcke monoecisch sind, giebt Foettinger sicher für P. Benedeni an, und ich kann an dem Material, welches ich seiner Güte verdanke, diese Angabe bestätigen; bin davon in gleicher Weise überzeugt von den Stöcken der P. glabra, die in der Nordsee gesammelt waren, und in denen ich nur weibliche Thiere fand. Die Entscheidung ist leicht, sobald man in den dichten Rasen, welche solche Stöcke bilden, nur Thiere des einen Geschlechtes antrifft. Findet man aber beide Geschlechter neben einander, so ist es oft recht schwierig festzustellen, ob hier monöcische, dicht durcheinander verflochtene, oder diöcische Stöcke vorliegen. Für die von mir beschriebene Art halte ich an der Zweigeschlechtigkeit der Stöcke mit gonochoristischen Einzelthieren fest.

Was den Geschlechtssapparat selbst anbetrifft, so ist dessen Bau im Ganzen bei allen Pedicellineen übereinstimmend, in Einzelheiten treten aber Besonderheiten auf. Als solche bezeichne ich gegenüber der von mir gegebenen Darstellung das Auftreten einer Vesicula seminalis sowie die Knickung des Ausführungsganges, welches Foettinger von Ascopod. belgica und Arthropodaria Benedeni beschrieben hat. Foettinger hat bereits hervorgehoben, dass in der Bildung dieser Theile Unterschiede von specifischer Bedeutung gegeben sein könnten. — Den Hoden lässt Foettinger aus einer von platten Zellen gebildeten Wand bestehen,

welche den Inhalt von Samenfäden und Samenmutterzellen umschliesst. Da nach ihm die Zellen dieser Hodenwand sich in die Wand der Samenblase fortsetzen sollen, so ist damit eine von meiner Auffassung abweichende Auffassung gegeben, da ich die den Hoden nach aussen abschliessenden Zellen zu dem Gewebe der Marksubstanz des Körpers rechne und mich nicht überzeugen kann, dass diese mit der epithelialen Wand des Ausführungsganges zusammenhängen. Die Entscheidung über die Richtigkeit der einen oder anderen Auffassung kann wohl nur gebracht werden, wenn die Entwicklungsgeschichte die Herkunft der Genitalzellen und des Epithels der Ausführungsgänge darlegt.

Meine Darstellung vom Bau des weiblichen Geschlechtsapparates bestätigt zum grössten Theil die Angaben Foettinger's über die gleichen Organe von Ascopodaria belgica und Ped. echinata. Ein Unterschied findet sich darin, dass nach Foettinger die Wand der Ausführungsgänge bis in den Binnenraum der Ovarien hinein von einem platten Epithel ausgekleidet ist, auf welchem nach aussen die Drüsenzellen lagern, während in den von mir untersuchten Fällen die Drüsenzellen selbst in der proximalen Strecke der Gänge die Lichtung bekleiden. Dieser Unterschied ist von Bedeutung bei einer Entscheidung über die Frage von der Herkunft der Zellen, welche am Aufbau des Geschlechtsapparates betheiligt sind.

Ich will hervorheben, dass Foettinger die Drüsenzellen in einfacher Schicht zeichnet; und mit Bestimmtheit Flimmerhaare in die Lichtung des Canales hineinragen lässt, während ich bei diesen fadenartigen Gebilden ja gewisse Zweifel nicht unterdrücken konnte, wie weit Fäden in der Lichtung der Vagina Secretfäden aus den Drüsenzellen seien.

Für den Antheil, welchen die Zellen der Marksubstanz am Aufbau des Geschlechtsapparates nehmen, ist Hatschek's Angabe von Bedeutung, dass Ovarien und Hoden ihre erste Anlage in besonders ausgezeichneten Mesodermzellen finden, zu denen andere abgeplattet hinzutreten und frühzeitig eine Hüllmembran bilden. Der Ausführungsgang entsteht nach Hatschek durch eine Einstülpung vom Ectoderm her; wo aber der Zusammenhang von den Gebilden mesodermaler und ectodermaler Herkunft zu suchen ist, steht noch nicht fest.

Das Nervensystem.

Im Nervensystem ist ohne Schwierigkeit das einheitliche Centrum, ein Nervenknoten aufzufinden, während der Verlauf der von ihm zur Peripherie ziehenden Nerven, so leicht diese an ihrem Ursprunge zu erkennen sind, schwer mit Sicherheit zu verfolgen ist. Am lebenden Thiere oder auch an Thieren. die nach Behandlung mit Osmiumdämpfen

und Pikrocarmin in Glycerin conservirt waren, erhielt ich wohl von der Lage und Form des Nervenknotens eine allgemeine Anschauung, dessen Bau sowie die Verbreitung der peripheren Nerven habe ich dagegen nur an Schnitten untersucht, welche an der Hand histologischer Unterscheidungen Einzelheiten zu sondern erlaubten, die für die Deutung der Theile wichtig sind; doch halte ich meine in dieser Hinsicht gewonnenen Auffassungen noch nicht für abgeschlossen.

Der Nervenknoten.

Der Nervenknoten ist ein compacter Körper, welcher annähernd die Form einer Sanduhr hat, sodass an ihm zwei sphäroidische Hälften und ein etwas verschmälertes, kurzes drehrundes Mittelstück zu unterscheiden ist; alle Dickendurchschnitte rechtwinklig zu seiner grössten Axe zeigen kreisförmige Flächen. In einem geschlechtsreifen Männchen maass der Nervenknoten in der Längsaxe 0,066 mm, seine Höhe betrug in den seitlichen dickeren Theilen 0,027 mm, die des Verbindungsstückes 0,018 mm, sein grösster Durchmesser von vorn nach hinten berechnete sich, da er in 3 Schnitten von je $^{1}/_{133}$ mm. lag, zu 0,023 mm.

Der Knoten liegt mit seiner Längsaxe rechtwinklig zu der Symmetrieebene des Thieres, welche die Mitte des Verbindungsstückes schneidet; er fällt auf die Grenze des ersten und zweiten Drittels des Abstandes der adoralen Kelchwand von der aboralen, und liegt in der Regel der oberen Fläche des Lebermagens hart auf, während die obere Kelchdecke durch Marksubstanz von seiner Oberfläche etwa um den Abstand gesondert bleibt, welcher seiner Dicke gleichkommt. Doch habe ich in männlichen Thieren mit Vollreife der Hoden den Nervenknoten allseitig von Marksubstanz umgeben angetroffen; vielleicht ist das ein Zustand, welcher durch eine mit der Reife der Hoden herbeigeführte Dehnung entsteht. In beiden Geschlechtern liegt oralwärts vor der Mitte des Knotens die über ihn schräg aufwärts steigende unpaare Strecke des Excretionsapparates, analwärts hinter ihm im Weibchen das blinde

Ende der Vagina, im Männchen der Ausführungsgang des männlichen Geschlechtsapparates.

Von jeder Hälfte des Knotens entspringen 3 Nervenstämme und zwar an dem lateralen Umfange einer jeden Hälfte übereinander.

In der Zusammensetzung des Hirns ist dessen nervöse Substanz von der Hülle zu unterscheiden.

In der nervösen Substanz bildet den Kern des ganzen Knotens die in ein dichtes Netzwerk vereinigte, durch Behandlung mit Osmium gebräunte und dann nur schwer tingirbare Fasermasse, in welcher gesonderte Faserzüge nicht zu scheiden waren mit Ausnahme derjenigen, welche in die Bahn der peripheren Nerven übertraten. Im einzelnen habe ich keinerlei gesonderte commissurelle Faserzüge gesehen, welche etwa in der verdünnten Brücke zwischen den beiden Hälften diese unter einander in Verbindung setzten. Die faserige Structur dieser Masse trat sehr deutlich zu Tage, und erzeugte damit kaum das Ansehen einer Punktsubstanz, insofern die Maschenbildung überall deutlich kenntlich war. Hervorzuheben habe ich, dass in dieser Fasermasse keinerlei zu ihr gehörige Kerne eingelagert waren.

Um den Kern dieser Fasermasse bildeten grosskernige Ganglienzellen eine Rinde solchergestalt, dass davon die obere Fläche des mittleren verdünnten Theiles des Knotens ausgeschlossen war; hier lag die centrale Fasermasse unmittelbar unter der Hülle des Knotens.

Meine Erfahrungen über den Bau der Ganglienzellen halte ich nicht für abgeschlossen. Ihre Grösse war nur wenig von einander unterschieden. Der Leib dieser, bisweilen ausgezackten Zellen, der schwach färbbar ist, war fast homogen und ohne körnige Einlagerungen, seine Peripherie, an welcher eine Zellwand nicht zu erkennen war, schloss glatt gegen die umgebende Fasermasse ab und danach wären die Zellen apolare Ganglienzellen. Ich halte das aber für sehr wenig wahrscheinlich und vermuthe, dass mit anderen besseren Methoden, vielleicht mit geeigneter Maceration, für welche mir das Material fehlte, Ausläufer der Zellleiber und Zusammenhang derselben mit dem Faserkern sich nachweisen lassen wird. — Der Durchmesser einer der grossen Ganglienzellen betrug

0,012 mm, ihr kugeliger Kern maass 0,007 mm, dessen Kernkörperchen 0,002 mm.

Auf der Oberfläche des Nervenknotens liegt ringsum eine Hülle, welche ihn von der Marksubstanz trennt und sich auf die peripheren Nerven fortsetzt. Diese Hülle wird offenbar von abgeplatteten Zellen der Marksubstanz gebildet, welche sich auf die Aussenfläche des Knotens legen und dabei solchergestalt zusammentreten, dass sie eine Membran mit faserigem Aussehen erzeugen. Es schliessen sich daran unmittelbar Zellen der Marksubstanz mit sternförmigen verästelten Ausläufern an.

Die Nerven.

Die vom seitlichen Umfang des Nervenknotens abtretenden drei Nerven trenne ich in einen unteren, mittleren und oberen, von denen die beiden letzteren enger unter einander als mit dem unteren in Zusammenhang stehen.

Der untere Nerv entspringt am seitlichen Umfange des Nervenknotens etwas weiter oralwärts als die Gruppe des mittleren und oberen Nerven. Er scheint durch eine Entwicklung seiner Hülle wie mit der Basis einer kegelartigen Anschwellung, die einen grossen Theil der seitlichen Fläche des Nervenknotens umfasst, zu entspringen, zieht aber bald als scheinbar einfacher Faden mit der Richtung nach unten und oralwärts an der Seitenfläche des Magens entlang. Hier tritt eine Auflösung in mehrere Fäden ein, von denen aber ein einzelner central laufender schärfer als die übrigen heraustritt. Dieser Faden, der aus der Masse des Nervenkotens hervorgeht, legt sich dann so nahe an den Seitenwandmuskel, der hier seinen Platz hat, dass ich eine Vereinigung von Muskel und Nerv vermuthe, wenn mir auch der Nachweis einer besonderen Nervenendigung nicht gelungen ist; die übrigen Fasern verlieren sich weiterhin in der Marksubstanz, ohne dass sich ihre Endigungen feststellen liessen; ich halte sie für Fasern aus der Hülle des centralen Nerven (Fig. 48).

Von der oberen Gruppe der mittleren und oberen Nerven, welche an ihrem etwas weiter nach der aboralen Richtung verschobenen ge-

meinsamen Ursprunge auf die obere Hirnfläche übergreifen, ist der mittlere Nerv ein einzelner Faden, den ich auf einem schräg gefallenen Längsschnitte durch den Kelch in einem Falle so weit verfolgen konnte, dass ich seinen ganzen Verlauf vor mir zu haben glaube (Fig. 48). Er steigt von seinem Ursprunge schräg nach oben und aussen gegen die obere Kelchfläche, wendet sich unter deren Seitenrande gegen den Grund der Atrialrinne und legt sich dann aufwärts gegen den Kelchrand ziehend nahe unter dessen innere Epithelfläche, bis er auf diesen Verlauf an den ringförmigen Muskel kommt, welcher im Randtheile des Kelches als Sphincter functionirt. An diesem Muskel war der Nerv in meinem Präparat nicht weiter zu verfolgen; ich vermuthe, dass er hier endigt.

Der mit dem mittleren Nerv zusammen entspringende obere Nerv besteht aus mehreren deutlich von einander getrennten Fasern, welche parallel zu einander aufwärts gegen die obere Kelchdecke ziehen und hier unter der Epitheldecke nicht mehr anzutreffen waren. Ob sie aber hier im Epithel endigen, muss ich unentschieden lassen.

Am Nerven ist die Nervenfaser und die Hülle zu unterscheiden. Die allseitig von der Hülle umfasste Nervenfaser scheint feinfibrillär zu sein, doch bin ich darüber an den durch Osmium schwach bräunlich gefärbten Nervensträngen zu keiner vollen Entscheidung gekommen; sicher aber fehlen diesen Nervenfasern alle Kerne. Die Dicke einer solchen Nervenfaser in ihrer Anfangsstrecke und weit darüber hinaus war 0,003 mm.

Die Hülle der Nerven ist eine Fortsetzung der den Nervenknoten umschliessenden Hülle. Sie tritt in faserig netzartig verstrickter Masse von der Hirnoberfläche auf den Nerven über, indem sie sich kegelförmig zuspitzt; die stärkste kegelförmige Nervenscheide, die am unteren Nerven, hatte 0,015 mm im Durchmesser, die folgende Strecke des Nerven in der Hülle war etwa 0,007 mm breit. In der Anfangsstrecke des Nerven bildet diese Fasermasse eine Scheide, welche erheblich dicker als die eingeschlossene Nervenfaser ist. In ihr treten dann, unregelmässig höckerartige Verdickungen bildend, Zellen von dem Character

der Zellen der Marksubstanz auf, welche in wechselnden Abständen von einander am Umfange der Nervenfaser vertheilt sind. Die Länge des Plasmaleibes einer solchen spindelförmigen Zelle war 0,018 mm, sie hatte einen uninucleolären 0,007 mm grossen Kern. Dass diese Zellen zur Marksubstanz gehören und nicht Nervenzellen sind, geht mir daraus hervor, dass ihre faserförmigen Ausläufer ganz mit den sternförmigen Ausläufern der Zellen der Marksubstanz übereinstimmen. Von der Faserhülle des Nerven löst sich hier und da ein Faden ab, der weithin zu verfolgen ist, bis er an dem Körper einer entfernt liegenden Markzelle endet. Es liegt hier die Gefahr nahe, solche Ausläufer der Faserhülle mit Nervenfäden zu verwechseln. — Unverkennbar geht danach hier aus dem Gewebe der Marksubstanz eine Hülle hervor, welche sich als ein Neurilemm auf die Oberfläche des Nerven auflagert. Je weiter der Nerv sich vom Ursprunge entfernt, um so mehr nimmt diese Hülle, und zwar ziemlich rasch, an Dicke ab, und an jenen Stellen, an welchen ich die Nervenfaser an den Muskel treten sah, fand ich von diesem Neurilemm nichts mehr.

Vom Nervensystem der Pedicellina hatte bereits Nitsche[1]) das Hirn und die ausstrahlenden Nerven erkannt; spätere vereinzelte Angaben über dasselbe sind von keinem grossen Belang. Zu erwähnen sind dagegen die Mittheilungen von A. Foettinger[2]) und Harmer[3]). Mit Foettingers Beobachtungen, welche das besondere Verdienst haben, Unterschiede sowohl in der Lagerung wie besonders in der Form des Hirns bei verschiedenen Arten von Pedicellineen darzulegen, stimmen die Meinigen ganz wohl zusammen; nur würde ich für die von mir untersuchte Art an dem Vorhandensein von 3 Paaren von Nerven festhalten müssen, gegenüber den von Foettinger ausgesprochenen Zweifeln, ob vom Nervenknoten drei oder vier Paare entspringen. Wenn Foettinger im Bau des Nervenknotens von einer stärker färbbaren Rinde spricht, so enthält diese wohl die beiden Bestandtheile, welche nach meiner Auffassung zu sondern sind: Ganglienzellen und Hüllzellen aus

1) a. a. O. pg. 28.

2) Alexander Foettinger, Sur l'anatomie des Pédicellines de la côte d'Ostende. Archives de Biologie, T. VII, 1887, pg. 321.

3) Sidney F. Harmer, On the structure and development of Loxosoma. Quarterly Journal of microscopical Science. Vol. XXV, New Series, 1885, pg. 268.

der Marksubstanz. Die platten ovalen Kerne, welche Foettinger von der Oberfläche der längsstreifigen Nerven erwähnt, dürften den Zellkernen entsprechen, welche ich den aus der Marksubstanz gebildeten Nervenscheiden zuschreibe. Darin schliesse ich mich Hatschek[1]) an, der kurz angiebt, dass aus Mesodermzellen ein Neurilemm gebildet werde; seine Angabe bezieht sich allerdings wohl nur auf den Nervenknoten.

Eine besondere Besprechung verdient an dieser Stelle die Besprechung der von Harmer gegebenen Beschreibung von der peripheren Verbreitung und Endigung der Nerven. Allerdings bezieht sich dieselbe auf die Gattung Loxosoma. Allein bei der nahen Verwandtschaft von Loxosoma und Pedicellina und der grossen Ungleichheit der Auffassung zu welcher Harmer und ich gelangt sind, darf ich diesen Punkt nicht ausser Acht lassen.

Nach meinen Beobachtungen war es mir wahrscheinlich geworden, dass wenigstens zwei der Nervenstämme, welche vom Hirn kommen, zu Muskeln gehen. Harmer dagegen lässt alle Nerven sensoriell sein und an Sinneszellen endigen. Muskeln hat Harmer[2]) allerdings am Kelche der Pedicellinen erwähnt, ob aber diese mit den von mir beschriebenen zusammenfallen, lässt sich aus seiner kurzen Darstellung nicht entnehmen. Dagegen beschreibt Harmer von Loxosoma ein ausgedehntes System von nervösen Endapparaten. Unter ihnen mache ich zwei Gruppen. Die eine enthält das bereits von C. Vogt[3]) beschriebene Endorgan an der Seitenwand des Kelches; an ihm lässt Harmer einen Nerven enden, eine auch um deswillen sehr wichtige Angabe, weil damit ein Bestand dargethan wird, der an äusserlich ähnliche Verhältnisse bei Rotatorien anschliessen könnte. — Mich erinnert die Bildung dieses Apparates sehr an die eigenartigen Zellgruppen, welche ich aus der Wand der Stengelglieder beschrieben habe; ob die Bildungen identisch sind, kann ich jedoch nicht entscheiden. C. Vogt hat die Organe aus dem Gesichtspunkt, dass es nervöse Endapparate seien, geprüft, ist aber zu einem positiven Ergebnis nicht gekommen, da ihm der Nachweis von Nervenfasern, welche an diese Zellgruppe hinantreten, nicht gelang.

Die zweite Form von Nervenendigungen findet Harmer als Sinneszellen an den Tentakeln wie der Körperwand von Loxosoma. An dem mir zugängig gewesenen Material dieses Thieres, und zwar an ganzen Thieren wie an Schnittserien, habe ich mich vergebens bemüht, solch eigenartige Sinneszellen, wie Harmer sie

1) a. a. O. pg. 522.

2) a. a. O. pg. 277.

3) Carl Vogt, Sur le Loxosome des Phascolosomes. Archives de Zoologie experimentale, T. V, 1876, pg. 312.

beschreibt, aufzufinden. Da ich nicht ganz gleiche Conservirungsmethoden wie Harmer habe verwenden können, kommt meinem negativen Ergebnis wenig Beweiskraft zu. Für Ascopodaria und Pedicellina glaube ich aber berechtigt zu sein, die Anwesenheit solcher Sinneszellen in Abrede zu stellen.

Ich erhalte nun aber, wenn ich Harmers Zeichnungen vom Nervensystem des Loxosoma mit meinen Auffassungen vom Nervensystem der Ascopodaria zusammenstelle, eine andere Deutung der von Harmer gegebenen Bilder; ganz besonders beziehe ich mich hier auf das Combinationsbild, welches Harmer vom gesammten Nervensystem des Loxosoma gegeben hat. Hier sollen die vom nervösen Centrum ausstrahlenden Aeste ganglionäre Verdickungen mit aufgelagerten Kernen tragen. Diese Bildungen ähneln aber im höchsten Grade den Zellen, welche ich dem Hüllgewebe zuschreibe, das die eigentlichen Nervenstämme umgiebt. Andererseits entsprechen in Harmers Figur diesen gehäuften Zellen die einzelnen Zellen, von denen die letzten Nervenausläufer zu den Sinneszellen gehen, dass ich mich der Vermuthung nicht erwehren kann, es möchten auch diese Zellen nicht Nervenzellen sein, sondern der Marksubstanz des Körpers, einer Bindesubstanz angehören.

Ich habe mich bei den Untersuchungen an Pedicellineen vielfach mit der Vorstellung beschäftigt, dass die verästelten Zellen der Marksubstanz nervöser Beschaffenheit seien; es hat diese Vorstellung etwas Verlockendes, da man mit ihr sehr leicht zu der anderen gelangt, dass alle Theile des Pedicellinen-Stockes durch ein nervöses Nervennetz in leitende Verbindung gesetzt seien; eine andere Art eines „Colonial-Nervensystems“ wäre damit eingeführt. Ganz besonders verlockend schien eine solche Auffassung, wenn man von den Fasern und verästelten Zellen ausging, welche die Hüllen des nervösen Apparates bildeten. Sobald ich aber sorgsam mit ausreichenden Vergrösserungen solchen Fasern und Fäden nachging, wollte es mir nie gelingen, ihre Continuität mit dem in der Hülle eingeschlossenen Nervenstrang oder den centralen Theilen des Hirnes zu erweisen. Solche Untersuchungen sind bei dem an manchen Stellen so dichten Geflecht der fibrillären Muskelenden und Zellen der Marksubstanz nicht leicht durchzuführen. Vor der Hand aber habe ich die Ueberzeugung gewonnen, dass die von Harmer abgebildeten Nervenzellen nicht dem nervösen System angehören, sondern Zellen der Bindesubstanz sind.

Ist nach der Darstellung Harmer's das nervöse Centrum von Loxosoma ein sensorielles, insofern er alle von diesem ausstrahlenden Nervenfasern an Neuroepithelien endigen lässt, während nach meiner Meinung das doch offenbar gleichbedeutende Nervencentrum von Ascopodaria vorwiegend motorische Bedeutung hat, so erhält diese Ungleichheit der Auffassung eine besondere Bedeutung für die Frage,

welchem Theile der nervösen Centralorgane verwandter wirbelloser Thiere der Nervenknoten der Pedicellineen gleich zu setzen ist. Da möchte ich auf die Untersuchungen Steiner's[1]) über die Thätigkeit des Hirnes und Bauchmarks der Würmer, besonders der Anneliden, verweisen. Denn wenn Harmer's Darstellung von der Verknüpfung des Nervenknotens des Loxosoma ausschliesslich mit sensibelen Endorganen zutreffend sein sollte, so würde man, zunächst allerdings nur für die Function, diesen Nervenknoten einem Hirn anderer Würmer gleichstellen. Meiner Auffassung nach würde das Centrum wegen seines Zusammenhanges mit der Muskulatur dem Bauchmarke der Würmer zu vergleichen sein. Dabei ist mit in Betracht zu ziehen, dass nach Steiner bei unsegmentirten Würmern, für welche ihm Distoma hepaticum als Typus gilt, das Centralnervensystem Centrum für die Bewegungs- und Sinnesorgane ist. — Für die Beurtheilung dieser Fragen scheint mir ein letzter Punkt nicht ohne Bedeutung; die Ganglienzellen des Nervenknotens sind fast alle von gleicher Grösse oder nur wenig in dieser Hinsicht von einander verschieden; verglichen mit dem ganzen Organ erscheinen sie gross, und wenn ausgesprochen sensorielle Ganglienzellen in der Regel klein sind, so möchte die Grösse der Ganglienzellen im Hirne der Ascopodaria zu Gunsten meiner Meinung sprechen, dass dieses Centrum ein vorwiegend motorisches ist.

Bemerkungen zur Histologie.

Wenige Bemerkungen über allgemeine Erscheinungen an den Geweben der Ascopodaria mögen hier Platz finden; sie ergeben sich aus Zusammenfassung von Zuständen, welche im einzelnen an ihrem Ort beschrieben sind.

Mir ist als eine Gleichförmigkeit der Zellen in den Geweben sowohl der Kelche wie der Stolonen aufgefallen, dass die Kerne im ruhenden Zustande, mögen sie in ihrer Gestalt auch unterschieden sein, ein, selten zwei kleine, scharf umschriebene Kernkörperchen besitzen. Nur ausnahmsweise habe ich in den Kernen das Kernkörperchen vermisst, nie aber habe ich multinucleoläre Zustände gefunden. Diese Uebereinstimmung hebt von der reifenden Eizelle an, und findet sich

1) L. Steiner, Die Functionen des Centralnervensystems der wirbellosen Thiere. Sitzgsber. d. kgl. preuss. Akad. d. Wissenschaften, Phys.-math. Classe, 1890, pg. 39.

dann ebensowohl in den Epithelien oder epithelogenen Geweben, wie in den so mannigfach gestalteten Bindesubstanzen. So erhalten alle Abkömmlinge der uninucleolären Eizellen diesen Zellcharacter, gleichsam ein gemeinsames Erbstück und Kennzeichen. In den Kernen, welche die Vorgänge der Karyokinese zeigen, ist das Kernkörperchen stets verschwunden; tritt also wohl als Zeichen für einen bestimmten Lebens- oder Reifezustand der Zelle ein. Vermisst habe ich das Kernkörperchen in den Flimmerzellen aus der mittleren Strecke der Excretionsorgane und bisweilen in den Zellen des Lebermagens. Wenn hier nicht eine schwerer zu erreichende Färbung das Kernkörperchen verborgen gehalten hat, so könnten mit excretorischen Thätigkeiten dieser Zellen verbundene Vorgänge und Zustände im Kern diesen anucleolär werden lassen. Dafür scheint zu sprechen, dass nicht alle Zellen des Lebermagens das Kernkörperchen entbehren und dass die Zellen im Endabschnitt der Excretionsorgane deutlich je ein Kernkörperchen besitzen.

Den Epithelien kommt in ausgedehnter Weise ein Ausscheidungsvermögen zu. An den Stolonen wie an der Aussenwand des Kelches zeigt sich dieses in der Erzeugung der Cuticula. Eine Umwandlung des Theiles der Zellen, welcher an die tiefste Schicht der Cuticula angrenzt, in solcher Weise, dass das Plasma hier vacuolisirt erscheint, war an manchen Stellen deutlich zu erkennen und steht gewiss zu dem Erzeugungsvorgang der Cuticula in Beziehung. Ob diese aber als ein Umwandlungsproduct der äusseren Theile der Zellleiber oder als eine Ausscheidung der Zellen zu betrachten ist, kann ich nicht entscheiden. In älteren Thieren sind die unter der Cuticula liegenden Zellen in der Regel sehr stark abgeplattet, so dass es scheinen kann, als seien sie mit der Fertigstellung der Cuticula erschöpft; dann sind auch wohl die Grenzen der einzelnen Zellen gegen einander verwischt. Da an solchen Stellen die Kerne der Zellen weiter von einander entfernt liegen als deren Abstand bei höheren jüngeren Zellen zu sein pflegt, so ist diese Abplattung keineswegs allein ein Ausdruck der Abnutzung des Zellmateriales, sondern kann auch auf eine grössere flächenhafte Ausbreitung des Zellleibes zurückgeführt werden.

Dass die Cuticula, abgesehen von der Basalplatte der Stolonen, aus zwei ungleichen Schichten besteht, welche nach dem verschiedenen Grade ihrer Festigkeit so ungleiche Bedeutung für Aufbau und Thätigkeit des Thieres erhalten, wird meiner Meinung nach durch einen Sonderungsvorgang in der anfänglich gleichmässigen Cuticularsubstanz hervorgerufen, so dass die oberflächlichen Lagen eine andere Consistenz als die tieferen erhalten. Welches Verhältnis aber solche Sonderung veranlasst, kann ich ebenso wenig angeben, als wodurch es geschieht, dass diese Unterscheidung an den verschiedenen Strecken des Stockes so ungleich ausfällt.

Da aber an den wachsenden Stolonen und besonders an den Stielen der Träger diese Sonderung in eine innere festere und äussere weichere Schicht mit dem Alter zunimmt, und zwar besonders in der Vermehrung der inneren Schicht, ohne dass hier ein appositionelles Wachsthum in aufgelagerten Schichten zu erkennen ist, so schliesse ich daraus, dass die Cuticula in ihrer ganzen Dicke einen solchen Zusammenhang mit ihrer Matrix besitzt, dass sie von dieser dauernd ernährt wird, in dieser Zeit also als ein integrirender Bestandtheil des lebenden Thieres aufzufassen ist.

Der Zellengürtel, welcher unterhalb des Kelchrandes dessen Aussenfläche mit einer klebrigen Ausscheidung bedeckt, führt uns ein neues Beispiel für die Erscheinung vor, dass Zellen, welche geformte Ausscheidungen mit tectonischer Bedeutung liefern, vertreten werden durch Zellen oder übergehen in solche, deren Ausscheidung nicht fest ist und im Verbande mit dem Körper verbleibt, sondern hinfällig und aus dem Körper ausscheidet.

Dass wir es in diesen Drüsenzellen mit genetisch den subcuticularen Epithelzellen gleichwerthigen zu thun haben, ergiebt sich schon daraus, dass sie gelegentlich von diesen vertreten werden. Ihre Besonderheit beruht in einer Steigerung der Eigenschaften, welche auch den subcuticularen zukommen. So wächst mit ihrer Grösse die Ausdehnung des aufs äusserste vacuolisirten Plasma, und in beständiger Thätigkeit sondern sie das in den lebenden Zellen körnig und gelblich

erscheinende Secret als eine zähe, klebrige, sich nicht zu grösseren Mengen anhäufende Masse ab.

Die nicht flimmernden Epithelien im Atrium, die nach ihrer Entstehung von den Epithelien der äusseren Körperdecke abweichen, erzeugen keine Cuticula, können aber in ähnlicher Weise wie die Zellen des äusseren Drüsengürtels zu drüsig arbeitenden Zellen sich umgestalten, wenn sie in den Bereich der Entwicklung des Brutraumes im weiblichen Thiere fallen. — Dass im Bezirke des Atrium in enger Beschränkung auf die innere Oberfläche der Cirren und der Atrialrinne Zellen zu Flimmerzellen sich ausgestalten, steht in Parallele zu dem gleichen Vorkommen in der Epithelauskleidung des Magens.

Die entodermale Epithelauskleidung des Darms zerfällt in die Gruppen der flimmernden, am weitesten verbreiteten Cylinderzellen und der flimmerlosen Drüsenzellen des Lebermagens. Alle Zellen der Epithelauskleidung des Darmkanales, mögen sie flimmern oder nicht, stimmen darin überein, dass ihre freie Fläche einen Besatz von kurzen Stäbchen trägt. Diese Bildung habe ich an den übrigen Flimmerzellen, sei es an denen der Cirren und der Atrialrinne, oder an den im Geschlechtsapparat und den Excretionsorganen vorhandenen Flimmerzellen nicht wahrgenommen. Dieser Stäbchenbesatz bildet danach eine Besonderheit des Darmepitheles. Der Umstand, dass er auf den ausgesprochen drüsigen Zellen des Lebermagens sich findet, spicht gegen seine unmittelbare Beziehung zu den Flimmerhaaren. Ob diese Bildung Beziehung zu einer von den Darmzellen ausgeführten »aufsaugenden« Thätigkeit hat, ist die Frage, die sich hier wie an anderen Orten gleicher Organisation wiederholt, ohne eine entscheidende Antwort zu finden.

Wieweit die flimmertragenden Darmzellen drüsige Thätigkeit wie die Zellen des Lebermagens vollführen können, bleibt noch festzustellen.

Zum Epithel gehören nach ihrer Form unzweifelhaft die Zellen, welche die ausführenden Gänge des Geschlechtsapparates und der Excretionsorgane auskleiden; zweifelhaft bin ich, ob auch die Zellen der Eierstöcke und Hoden, sowie der Endstrecken der Excretionsor-

gane unmittelbar von Epithelien oder von Zellen der Marksubstanz abzuleiten sind. Epithelogen ist dagegen jedenfalls nach den spärlichen Angaben, welche über dessen Entwicklung vorliegen, das Gewebe des Nervenknotens.

Das gesammte Gewebe der Marksubstanz in den Stolonen wie in den Kelchen fasse ich als einheitliches auf, welches aber nach seiner Form wie nach seinen Leistungen sehr auseinander geht. Den Stock gleichsam dieses Gewebes bilden die von platten- und sternförmigem Zustande zu den Formen, welche ich als Röhrenfaserzellen beschrieben habe, hinüberwechselnden Zellen, welche im Allgemeinen als Zellen einer Bindesubstanz zu deuten sind. Als solche mögen sie ebensowohl stützende Bedeutung haben, wie für die Vermittlung der Ernährung von Bedeutung sein.

Zu diesen Zellen gesellt sich eine Zwischenzellsubstanz an allen denjenigen Orten, in welchen in der Cuticula die innere feste Schicht nicht ausgebildet wird, im speciellen also bei unserer Ascopodaria im Kelch und im Sockel des Trägers.

Diese Verbindung ist wohl keine zufällige. Wenn danach in allen aufliegenden Stolonen und im Stiel des Trägers die Intercellularsubstanz in der Markschicht fehlt, so könnte man annehmen, dass die Umfassung dieser Strecken mit dem starren, unnachgiebigen Chitinrohr die Ausbildung einer Zwischenzellmasse verhindert habe, ein mechanischer Zwang gleichsam hier die Entwicklung des Gewebes in dieser Richtung beeinträchtigt habe. Die Ausbildung der starren Chitinwand müsste dann der Entwicklung der Marksubstanz vorausgehen; das trifft aber in den auswachsenden Stielen der Träger keineswegs zu und ist, auch auf die weichwandigen Endstrecken der knospenden Stolonen nicht anzuwenden. Dann würde man eher in der Ausbildung der Intercellularmasse ein Moment zu suchen haben, welches die Entwicklung der harten Innenschicht der Cuticula verhindert; oder beide Vorgänge durch einen gemeinsamen Ernährungsvorgang beeinflusst sein lassen. Eine Erkenntnis solcher Vorgänge geht uns zur Zeit wohl gänzlich ab. Dass das Ausbleiben oder die Entwicklung der Intercellular-

masse und der gefestigten inneren Chitinschicht functionell grosse Bedeutung hat, ist an den Trägern deutlich für deren Bewegungsfähigkeit, nicht minder für die Kelche, welche je nach der Füllung ihrer Eingeweide oder der Haltung der Cirren Nachgiebigkeit ihrer Wandung beanspruchen.

Der Consistenzgrad der intercellularen Masse ist an den verschiedenen Orten des Vorkommens vielleicht ungleich, geringer im Kelche, grösser im Sockel der Träger; an letzterem Orte zeigte sie bei gewissen Färbungen eine deutliche Structurirung. Ueber die Entstehungsweise oder die Beziehung zu den Zellen, zwischen denen sie sich befindet und von denen sie zweifelsohne abstammt, könnte ich nur solche Vermuthungen vorbringen, wie sie in den Controversen über die Entstehung intercellularer Massen bei Bindesubstanzen enthalten sind.

Ist die Anwesenheit oder der Mangel einer Intercellularsubstanz bei Bindesubstanzen nichts Ungewöhnliches, so hat auch die sehr ungleiche Gestaltung der Zellen, welche diesem Theil der Marksubstanz zukommen, vielfach ihres Gleichen bei den Zellen des Bindegewebes, dem diese Gewebsmasse doch gewiss beizuordnen ist. In der Axe der lang ausgezogenen Stolonen und Träger lang gestreckt, in den Winkeln, welche die Diaphragmen bilden, kurz, vieleckig oder sphäroidisch, im Raume des Kelches sternförmig verzweigt, auf der Oberfläche der Organe membranös abgeplattet, immer dürften diese Zellen darin übereinstimmen, dass sie als Bindegewebszellen sternförmig sind und reich verzweigte Ausläufer besitzen, oder in Plattenform und Spindelgestalt wenigstens einige fadenartige Fortsätze besitzen. Sind diese Zellen einigermassen gross, so ist ihr plasmatischer Leib wohl immer vacuolisirt; solche Flüssigkeitansammlung mag das Gewebe zu seiner Aufgabe Stützgewebe zu sein besonders befähigen.

Alle diese Zellen zeigen ferner, nicht immer, sondern unter näher zu erforschenden Verhältnissen, die im Einzelnen beschriebenen Einlagerungen von hellen glänzenden Kügelchen, vielleicht einem Reservestoff für die Ernährung, wenn nicht für einen Ausscheidungsvorgang bestimmt. Ob Körner, welche in einzelnen Fällen in den Oberhautepi-

thelien des Kelches gefunden wurden, mit diesen identisch sind, bleibt noch zu entscheiden.

In der Marksubstanz des Kelches tritt eine besondere, meist homaxone, unregelmässig mit Ausläufern versehene Zellform in sehr wechselnder Vertheilung auf; ihr Leib ist vacuolisirt und zeigt meist dunkle im Plasma eingelagerte Körnchen und Kügelchen. Ich hege die Vermuthung, dass diese Zellen dem Bindegewebe zuzurechnende Wanderzellen sind, welche vielleicht für den Transport von Nahrungsmitteln oder Auswurfsstoffen berufen sind, und deren Beziehungen besonders zu den Excretionsapparaten genauer zu prüfen sind. Aehnliche Bedeutungen sind ja den Körperchen in der perienterischen Leibesflüssigkeit gegliederter Würmer zugeschrieben.

Ob aus den Zellen der Marksubstanz Drüsenzellen hervorgehen, welche das Material für die Basalplatte der Stolonen erzeugen und unmittelbar nach aussen schaffen, musste ich unentschieden lassen; im Mesoderm gelegene, nach aussen absondernde Drüsenzellen sind in neuerer Zeit mehrfach aus dem Körper von Turbellarien und Mollusken beschrieben; sie könnten hier ihre Analogie finden.

Dass die Zellen der Marksubstanz in plattenförmiger Ausbildung Hüllen und Stützen für einzelne Organe liefern, ist im Einzelnen hervorgehoben; der Vergleich mit den Verhältnissen bei höher organisirten Thieren ergiebt sich von selbst.

Zu den Geweben der Marksubstanz stelle ich auch die Muskelfasern, leite sie also nicht unmittelbar von Epithelien ab. Dazu bestimmt mich, solange wir die Entwicklung dieser Fasern hier nicht kennen, nicht sowohl die Lagerung der Muskulatur, als die Gestalt der einzelnen, von einander sehr abweichenden contractilen Zellen. Alle Muskelfasern in unserem Thiere sind einkernig, in allen ist der Kern, mag er in einem grossen Zellleibe gelagert oder nur von wenig Plasma umgeben sein, seitlich der contractilen Fasersubstanz angelagert. Durch den Besitz von verästelten fadenförmigen Ausläufern an beiden Enden der Faser kommen die einzelnen Zellen des Seitenwandmuskels und der Quermuskeln im Kelche den Bindesubstanzzellen des Markes am näch-

sten. Damit stimmen die plattenförmigen sternförmigen Zellen überein, welche im Uebergange zum Kelche die Zellsäule aufbauen, deren einzelne Theile ich wegen der seitlichen Anlagerung des Kernes an die Platte für Muskelfasern halte. Die mächtigen Fasern im Muskelmantel des Sockels sind, wo sie an die Körperwand anheften, faserig zerschlitzt; über die im Inneren der Muskelschicht liegenden Enden kann ich genaueres nicht angeben. — Die Fasern des Ringmuskels am Kelche scheinen allein einfach zugespitzt zu enden, da ich auf den vielen untersuchten Querschnitten nie Bilder, welche auf fibrilläre Endigungen hinweisen, gefunden habe. — Durch die Erhaltung eines grossen plasmatischen Zellleibes, der seitlich an einem beschränkten Bezirke der fibrillär zusammengesetzten contractilen Faser anhängt, zeichnen sich die Fasern im Muskelmantel des Sockels aus. Nach ihrer Gestalt wären sie im Sinne der Gebrüder Hertwig als Epithelmuskeln zu bezeichnen. Wenn ich davon absehe, dass bei typischen Myoepithelien der Zellleib der Epithelschicht anliegt, während hier die contractile Faser dem Epithel zugewendet ist, der Zellleib aber an die Bindesubstanzzellen stösst, und dass hiermit zwischen beiden Muskelelementen ein Unterschied hervorgebracht wird, so bestimmt mich die Bildung des Zellleibes dieser Muskelfasern vor allem dazu, sie an die Bindesubstanzen anzuschliessen, aus ihnen abzuleiten. Denn ganz wie die Zellen der centralen Markschicht wird der Leib dieser Zellen vacuolisirt, und die gleichen kugeligen Einlagerungen, welche in jenen auftreten, finden sich in wechselnder Weise in diesen Zellen. Aus dieser Aehnlichkeit schliesse ich auf eine Verwandtschaft, und rechne danach alle Muskelfasern dieser Thiere zu einem mesodermalen Gewebe im anatomischen Sinne, bin der Meinung, dass sie aus der gleichen Anlage wie die Bindesubstanz dieser Thiere hervorgehen, und halte es für wahrscheinlich, dass eine Regeneration oder eine Ergänzung von Muskeln von hier aus erfolgt. — Darin stimme ich dann mit Hatschek[1])

---

1) a. a. O. Zeitschr. f. wiss. Zoolog. Bd. 29. pg. 522.

überein, der die »glatten Muskelfasern« der Pedicellina aus Mesodermzellen entstehen lässt. Ihm hat sich Seeliger[1]) angeschlossen.

Ob es zwischen histologisch solcher Gestalt gekennzeichneten Muskelfasern und Faserzellen der Bindesubstanz Uebergangsstufen giebt, habe ich angesichts der Fasern, welche vom Kelchgrunde aus in die Marksubstanz einstrahlen, mehrfach zu erweisen versucht; allein so sehr diese Fasern nach ihrer Stellung auch geeignet zu sein scheinen, als Retractoren wirken zu können, so habe ich doch niemals weder functionelle noch anatomische Kennzeichen für deren muskulöse Natur daran gefunden.

Für den Geschlechts- und Excretionsapparat bleibt es zur Zeit wohl noch unentschieden, ob die terminalen, functionell bedeutungsvollsten Strecken in beiden aus Zellen des Mesoderms abzuleiten sind, oder aus solchen, welche frühzeitig in dieses hinein verschoben sind.

Von Lebensäusserungen der Thiere.

Empfindung und Bewegung.

Ascopodaria macropus zeigt in hervorragender Weise jene Aeusserungen des Lebens, welche bei den Pedicellineen von je die Aufmerksamkeit der Beobachter gefesselt haben. Das sind die nickenden und schlagenden Bewegungen, welche die Träger im Stocke ausführen. Da diese durch äussere Einflüsse in leicht erkennbarer Weise hervorgerufen werden, so ist es unabweisbar, den Thieren einen hohen Grad zunächst von Reizbarkeit, dann auch wohl von Empfindung zuzuschreiben. Dass diese aber nicht nur an die Kelche, oder an Organe in ihnen gebunden sind, geht aus dem Umstande hervor, dass ein Stock, auch wenn er alle Kelche verloren hat, reizbar und empfindungsfähig geblieben ist, da ein ihn treffender Anstoss sofort Bewegungen der Träger hervorruft. Für die Aufnahme eines Reizes sind danach jeden-

1) O. Seeliger. Die ungeschlechtliche Vermehrung der endoprokten Bryozoen. Zeitschr. f. wiss. Zoolog. Bd. 49. 1889. pg. 185.

falls auch diese Abschnitte des Stockes befähigt, wiewohl ein besonderes Nervengewebe in ihnen nicht nachzuweisen ist.

Die Beobachtungen der in Bewegung tretenden Stöcke nöthigt aber zu der weiteren Annahme, dass ein an irgend einem Theile des Stockes entstandener Reizzustand von hier aus zu anderen Theilen fortgepflanzt wird. Berührt man in einem ruhenden Stocke einen Kelch oder auch einen kelchlosen Träger mit einer Nadel, so erfolgt darauf als Antwort eine Bewegung: der Träger schlägt hin und her oder legt sich völlig nieder; bald aber sieht man von dem in Erregung gesetzten Theile des Stockes aus diese Erregung sich allmälig über den ganzen Stock oder grosse Strecken von ihm fortsetzen, insofern als in zeitlicher Folge nach einander, bald langsamer bald schneller, die hinter einander auf den Stolonen stehenden Träger ähnliche Bewegungen, wie der zuerst gereizte ausführen. — Dass danach der Erregungszustand in dem Gewebe der Stolonen fortgeleitet und auf die reizbare Muskulatur übertragen wird, ist unzweifelhaft. Da nun leitende Nervenbahnen hier nicht nachzuweisen sind, so erfolgt die Leitung und Uebertragung des Reizzustandes durch das Gewebe selbst, vielleicht durch Aenderungen und Schwankungen in der Vertheilung der flüssigen Theile in den Geweben; also ähnlich den Vorgängen, welche nach Nitsche's Auffassung in den Stöcken der Bryozoen, ohne nervöse Apparate, Erregungszustände durch Druckschwankungen von Thier zu Thier leiten sollen.

Vermuthlich entstehen die erwähnten Bewegungen nur auf einen von aussen her kommenden Anstoss. Allerdings habe ich nicht selten an den in Gläsern einzeln aufbewahrten, den Pflanzen anheftenden Stöcken plötzlich, ohne dass ein äusserer Anstoss dafür zu bemerken war, die eigenartigen Bewegungen ausführen sehen; allein es mögen in solchen Fällen äusserst geringfügige Einflüsse, welche der Beobachtung entgingen, Anlass zu diesen Bewegungen gegeben haben. Ich hebe das hervor, weil Leidy für Urnatella die Vermuthung ausgesprochen hat, dass innere Zustände sich in Bewegungsvorgängen äussern könnten.

Die Bewegung, welche der Träger der Ascopodaria ausführt, voll-

zieht sich in seinem Sockel, und ist eine sehr mannigfaltige; stets besteht sie in einer concav-convexen Krümmung an ihm, mit welcher eine Neigung der muskelfreien Strecke nach der Richtung hin verbunden ist, auf welcher die Concavität des durch die Bewegung gekrümmten Sockels liegt; die Ausdehnung dieser Bewegung wechselt von einer geringen bogenförmigen Krümmung bis zu dem höchsten Grade, auf welchem der Sockel nahe an seiner Basis so stark eingeknickt wird, dass der Träger von seiner aufrechten Haltung fast um 90° abweicht und den Kelch dann fast flach niederlegt. Fig. 11 zeigt die Haltung eines so geknickten und in dieser Lage gehärteten Sockels. In vielen Fällen ist diese Bewegung des Sockels eine rasch vorübergehende, nicht selten aber folgen schnell hinter einander mehrere solche Bewegungen, auch wohl in verschiedenen Richtungen; dann schlägt der Kelch auf und nieder und ein in solcher Weise bewegter Stock gewährt dann ein sehr characteristisches Aussehen. — Ich beobachtete aber auch, dass die niedergelegten Kelche längere Zeit in dieser Stellung verharrten, und dann meist nur langsam in die aufrechte Haltung zurückkehrten.

Diese betrachte ich als die Ruhelage, alle davon abweichenden Stellungen werden durch Contractionsvorgänge der Muskulatur hervorgerufen. Und zwar wird die Bewegung, mit welcher die Beugung des Sockels, und damit die Neigung des Kelches erfolgt, stets durch eine Zusammenziehung einer bestimmten Gruppe von Muskelfasern auf einer beschränkten Theilstrecke vom Umfange des Sockels erfolgen, während an dessen übrigem Umfange die Muskelfasern unthätig sind und eine passive Dehnung zulassen. Mit der Contraction und der dadurch bewirkten Verkürzung der Muskelfasern wird auf dem davon betroffenen Umfange des Sockels eine concave Einbiegung entstehen, während der nachgiebige Umfang convex nach aussen gekrümmt wird. Die Krümmung besteht, so lange die Verkürzung der Muskelfasern durch deren Contraction erhalten wird. Lässt die Contraction der Muskelfaser nach, so führt die Elasticität der Wandung, vielleicht auch der Markschicht, die Ruhelage der aufrechten Haltung wieder herbei. Ein

wechselndes Spiel von Zusammenziehung der Muskeln des einen oder anderen Umfangtheiles wird lebhaftes Hin- und Herschlagen des Sockels zur Folge haben.

Eine gleichzeitige Contraction des ganzen Muskelmantels am Sockel kann nur dessen Verkürzung herbeiführen; diese wird stets nur gering sein; die ringartige Runzelung, welche man auf aufrechtstehenden Sockeln gelegentlich wahrnimmt, ist gewiss durch solche Contractionen herbeigeführt.

Dass diese Bewegungen des Sockels durch den Muskelmantel ausgeführt werden können, dafür ist die Nachgiebigkeit seiner äusseren Wandung und deren Elasticität, sowie die Anheftung der Muskelfasern an festen Punkten Vorbedingung. Beides kann in dem Bau der Wand des Trägers wie der aufliegenden Strecke des mehraxigen Stengelgliedes leicht gefunden werden. Ein einfaches Modell, mit welchem dieser Bewegungsvorgang anschaulich gemacht wird, bietet der Abschnitt eines nicht zu dünnwandigen Gummischlauches, dessen eine Oeffnung mit einem Korkstopfen dergestalt geschlossen wird, dass durch ihn eine Anzahl von Fäden, welche auf der Innenfläche des Schlauches entlang und über ihn hinauslaufen, fest eingeklemmt wird; setzt man auf den Kork einen starren Draht, so kann dieser füglich die unnachgiebige Trägerstrecke vorstellen. Ein Zug an den frei aus dem Schlauch heraushängenden einzelnen Fäden wird dann an dem Schlauche Beugungen entstehen lassen, welche den Bewegungen im Sockel des Trägers entsprechen; die Elasticität der Schlauchwand lässt bei Nachlass des Zuges das Abbild des Trägers in die aufrechte Ruhelage zurückkehren. Ich brauche kaum hervorzuheben, dass ein solches Modell nur in rohester Weise den Bewegungsvorgang erläutert, da beispielsweise in ihm auf die Endigung der Muskelfasern in der Länge des Muskelmantels keine Rücksicht genommen ist.

Von Bewegungsvorgängen, welche sonst am Träger zu beobachten sind, ist jener zu erwähnen, mit welchem die Stellung des Kelches am oberen Ende des Trägers wechselt. Man findet nicht selten an den lebenden, scheinbar unbeschädigten, wie auch an den conservirten und

gehärteten Stöcken aufrecht stehende Träger, an denen die Kelche, wie welk, abwärts hängen. Diese Haltung ist durch eine Knickung unterhalb der knopfförmigen Endanschwellung herbeigeführt, und an den conservirten Stöcken war dann die eingeknickte Strecke mehr oder minder abgeplattet. In Fig. 59 und 62 sind diese Verhältnisse zu sehen. Offenbar ist dieser Zustand ein vorübergehender; doch fehlen mir darüber Beobachtungen, ob die Kelche rasch oder langsam in ihre aufrechte Stellung zurückkehren. So kann ich auch über die Vorgänge, welche hier eine Rolle spielen, nur eine Vermuthung äussern. Mir scheint, dass hierbei ein ungleich wechselnder Turgor in der Endstrecke, welche nachgiebige Aussenwand besitzt, eine Rolle spielt. Ist der Inhalt der Röhrenfaserzellen, wie das nach dem Aussehen des lebenden Thieres wahrscheinlich ist, zum grossen Theil ein flüssiger, so könnte dieser in seiner Vertheilung wechseln und ebensowohl gegen den Kelch wie gegen den Sockel hin zeitweilig entweichen. Auf eine derartige Bewegung dieser Flüssigkeit kann aber die Zellsäule Einfluss haben, welche vom Ende des Trägers in den Kelch hinein vorspringt, insofern als, eine Contractilität von deren Zellen vorausgesetzt, die Zusammenziehung dieser Zellplatten die Säule in der Längsrichtung dehnen und weiter in den nachgiebigen Kelch vorschieben wird, während gleichzeitig die Lichtungen der an ihrem Umfange vom Träger in den Kelch eintretenden Röhrenfasern sich erweitern werden; damit würde der Turgor in den Röhrenfasern des Trägers anwachsen, seine Schwellung herbeigeführt werden. Andererseits ist aber auch die Möglichkeit festzuhalten, dass Bewegungen des gesammten Muskelmantels im Sockel mit dessen Verkürzung eine Veränderung in der Vertheilung der Flüssigkeit, die in den Röhrenfasern angenommen wird, herbeiführt. Diese Dinge bedürfen zu ihrer Klarstellung einer Untersuchung der lebenden Thiere.

Die an den Kelchen auftretenden Bewegungen betreffen vor allem den Cirrenkranz. Ist er voll entfaltet, so dass die hakenförmig nach einwärts gekrümmten Enden der Cirren den Eingang zum Atrialraum umgeben, so beobachtet man nicht selten, dass einzelne Cirren unab-

hängig von den Nachbarn, kurze zuckende Bewegungen gegen das Atrium hin ausführen. Diese plötzlich, fast ruckweise auftretenden geringen Bewegungen machen durchaus den Eindruck, als seien sie durch Muskelcontractionen hervorgerufen; denn wohl nur solche können eine derartige Wirkung haben.

Rasch vollzieht sich gleichfalls die Bewegung mit welcher der ganze Cirrenkranz einwärts in den Atrialraum gebeugt wird, und an welche sich dann die andere anschliesst, mit welcher der Kelchrand sich über dem im Atrium geborgenen Cirrenkranz so zusammenschliesst, dass der Zugang in dieses bis auf eine kleine Oeffnung eingeschnürt erscheint. Diese Bewegung, offenbar eine Bewegung zum Schutz und zur Sicherung, erfolgt auf irgend einen als Reiz wirkenden Anstoss sowohl am aufrecht getragenen wie schlaff herabhängenden Kelche. Erfolgt diese doppelte Bewegung des Niederlegens und der Zuschnürung des Kelches meist plötzlich und rasch, so tritt die gegenläufige in der Regel langsam und allmählig ein: der zusammengeschnürte Kelchrand weitet sich, aus der Oeffnung tritt häufig vereinzelt der eine oder andere Cirrus hervor, bis in allerdings sehr ungleicher Weise über den voll ausgedehnten Kelchrand der Cirrenkranz gleichmässig entfaltet hervorragt.

Augenscheinlich ist das Einziehen der Cirren, das Zusammenschnüren des Kelches der Erfolg einer Muskelthätigkeit; antagonistisch wirkt ihr die Elasticität der Körperwand und der Marksubstanz entgegen und führt sobald die Contraction der Muskulatur nachlässt, den Zustand der Oeffnung des Kelches, der Ausbreitung des Cirrenkranzes herbei.

Nicht ganz leicht fällt mir die Entscheidung, welche Muskeln bei der Bewegung der Cirren in Thätigkeit treten. Für das Einziehen des ganzen Cirrenkranzes treten wahrscheinlich die Seitenwandmuskeln zugleich mit den Transversalmuskeln ein, indem ihre Zusammenziehungen den Kelchrand mit den daran befestigten Cirren einwärts bewegen und niederlegen, die grosse Ausbreitung der fadenförmigen Ausläufer dieser Muskeln und deren Anheftung an die Atrialrinne lässt die Erklärung zu, dass ihre Gesammtwirkung die Cirren zusammen einzieht. Dagegen

vermag ich nicht anzugeben, worauf die zuckenden Bewegungen der einzelnen Cirren zurückzuführen sind. Hier könnten isolirte Contractionen in den Transversal-, wie in den Seitenwandmuskeln wohl auf einzelne Cirren wirken, wenn man annehmen will — beobachtet habe ich es nicht — dass einzelne Ausläufer dieser Muskeln in die Axe der Cirren eintreten. Eine den Cirren allein zukommende Muskulatur habe ich nicht gesehen.

Das Zustandekommen des oben erwähnten eigenthümlichen Bewegungsvorganges am Kelche, mit welchem die Cirren ganz nach aussen gedrängt und der mittlere Theil der Kelchdecke über die Ebene des Kelchrandes hervorgehoben wird, ist mir um so weniger klar geworden, als ich wohl den fertigen Zustand, nicht aber dessen Entwicklung gesehen habe und daher nicht weiss, ob die hierbei spielenden Vorgänge rasch und plötzlich oder langsam und allmählig eintreten. Es ist möglich, dass bei einer Erschlaffung der Transversalmuskeln der Zug der Seitenwandmuskeln den Kelchrand abwärts bewegt, aber derartig, dass die Wurzelstücke der Cirren nach aussen umgeschlagen werden. Dann würde die Contraction der queren Muskelfasern bei Nachlass der Seitenwandmuskeln die Cirren wieder einwärts führen. Es bleibt aber die Vorstellung nicht ausgeschlossen, dass ein veränderter Turgor in der Marksubstanz des Kelches die eigenartige Hebung der Kelchdecke und eine damit veranlasste Umlagerung des Cirrenkranzes zur Folge hat, und dass mit dem Nachlass einer solchen Schwellung der anfängliche Zustand der Vertiefung des Atrium wieder herbeigeführt wird.

Die Flimmerbewegung an den Cirren scheint von besonderen Reizzuständen ganz unabhängig und nur an den Ernährungszustand der Zellen gebunden zu sein. Wenigstens habe ich eine, als willkürlich zu bezeichnende, Unterbrechung dieser Thätigkeit, oder derartige Schwankungen in ihr nie beobachtet.

Von der Ernährung.

Die Ernährung der Thiere wird eingeleitet und unterhalten durch das Material, welches das strömende Wasser den geöffneten Kelchen

zuführt. Aus dem Inhalte des Darmkanales lässt sich erkennen, dass es thierische und pflanzliche Eiweisskörper sind, welche die Nahrung bilden, da ich unter den sonst unkenntlich gewordenen Dingen, welche sich im Magen und Darm fanden, Schalen von Diatomeen und Skelette von Radiolarien, oder Bruchstücke von solchen, häufig unterscheiden konnte.

Der Erwerb der Nahrung wird den festsitzenden Thieren zunächst durch die Strömung im Wasser ermöglicht, welche treibende oder schwimmende Körper heranführt. Vielleicht spielt dann für die Aufnahme der Nahrung der Drüsengürtel unterhalb des Kelchrandes dadurch eine Rolle, dass sein Secret von klebriger Beschaffenheit anstreifende Dinge anheften lässt. So deute ich wenigstens die Beobachtung, dass man häufig an dem oberen Theile des Kelches mannigfachste kleine Fremdkörper angehäuft und leicht befestigt findet.

Die unmittelbare Zuführung der Nahrung zum Mund findet durch die Flimmerbewegung auf den Cirren statt; ob und in wieweit die Cirren Körper, die am Drüsengürtel der äusseren Kelchwand haften, aufnehmen können, bleibe dabei unentschieden. Für die Zuleitung der Nahrung zum Munde spielt neben der Reihe der Flimmerzellen, welche am inneren Umfange jedes Cirrus eine gegen den Kelch gewendete Strömung erzeugen, sicherlich die Flimmerbewegung eine Rolle, welche in der Atrialrinne herrscht. Doch werden über diese hinaus Theile der von den Cirren ergriffenen Nahrung in das Atrium gelangen, da die im Brutraume befindlichen älteren Larven den Darm mit den gleichen Bestandtheilen, wie die Mutter, füllen und diese doch nur aus dem von den Cirren aufgenommenen Material beziehen können.

Führen die Flimmerströme der Cirren und der Atrialrinne die Nahrungsmassen in den Mund und Schlund des Thieres, so wird hier nicht nur die gegen den Magen gerichtete Strömung der Flimmern diese weiter bewegen, sondern auch Bewegungen, die an der Wand des Vorderdarmes auftreten und die ich als Schluckbewegungen in Anspruch nehme. Es ist nicht schwer, bei den Beobachtungen lebender Thiere solche Bewegungen wahrzunehmen, die von Zeit zu Zeit geringe Ein-

schnürungen der Schlundwand veranlassen, indem sie von der Mundöffnung gegen den Magen hin vorwärts schreiten. Irgend eine Regelmässigkeit in ihrem Auftreten habe ich nicht gefunden. Erzeugt werden diese schnürenden Bewegungen meines Erachtens durch jene querlaufenden Muskelfasern, welche dem analwärts stehenden Umfange des Vorderdarmes hart anliegen, und die mit ihren Contractionen die Gestalt- und Lageveränderung der Wand des Vorderdarmes allein zu erzeugen im Stande sind.

Den Hauptantheil an der Fortbewegung der Nahrung hat aber jedenfalls der Flimmerbesatz im Schlundrohr. Im Magen wird die verschluckte Nahrung kurze oder längere Zeit zurückgehalten und in rotirende Bewegung versetzt. Diese verursachen besonders die starken Wimperbüschel, welche am Eingange wie am Ausgange des Magens stehen, doch auch die den Grund des Magens auskleidenden Flimmerzellen. Den hier in kreisender und wirbelnder Bewegung erhaltenen und meist wohl dadurch zusammengeballten Speisemassen mischen sich die characteristischen kugeligen Concrementballen von gelber Farbe bei, welche von den Drüsenzellen des Lebermagens erzeugt werden; sie liegen theils einzeln und allein für sich bewegt im Magen, — und das ist vielleicht der anfängliche Zustand —, theils im Inneren der Speiseballen.

Dass diese Concremente während ihres Aufenthaltes im Magen eine optisch wahrnehmbare Veränderung erfahren, habe ich nicht gesehen; vielmehr bleiben sie scheinbar unverändert und werden mit den Speiseballen in den nächsten Abschnitt hinübergeführt. Danach haben diese Auswürflinge der Drüsenzellen für den Verdauungsvorgang keine Bedeutung und mithin nur den Werth eines Excretes. Die Verdauung, welche im Magen sicherlich nach dem zerfallenen Aussehen seines Inhaltes eintritt, ist eine zymotische. Das ungleiche Ansehen, welches die Zellen zumal des Magengrundes zeigen, indem solche mit dunklem Plasma neben hellfarbigen in unregelmässiger Weise abwechselnd stehen, spricht dafür, diesen Zellen eine secretorische Bedeutung der Art beizulegen, dass ihr wohl flüssiges Secret einen lösenden Einfluss auf

die eingeführte Nahrung gewinnt. Dann wird die Flüssigkeit, die den Magen erfüllt und die Speiseballen umgiebt, wenn sie auch zum grössten Theil aus verschlucktem Wasser bestehen mag, einen verdauenden Saft enthalten und auch nährende Flüssigkeit darstellen.

Der Uebertritt des Mageninhaltes durch die meist enge Pyloricalöffnung in den Mitteldarm erfolgt wohl nur durch die Bewegung der hier stehenden grösseren Flimmerhaare; irgend welche schluckende oder schnürende Bewegungen, welche hier in peristaltischer Form eine Weiterbeförderung des Speisebreies übernehmen könnten, habe ich nie beobachtet; ich bestätige damit die Angabe von Reid[1]), welcher den Mangel der Contractilität dieser Darmstrecke betont. Immer bleibt es für mich ein eigenthümlicher Vorgang, dass der Durchtritt des Mageninhaltes in den Mitteldarm und mehr noch durch die enge Oeffnung des letzteren in den Enddarm ohne Peristaltik erfolgen soll. — Die in den Mitteldarm hinübergeführte Masse verweilt hier wohl längere Zeit und wird durch die flimmernden Zellen in kreisender Bewegung erhalten.

Im Enddarm dagegen wird der eingeführte Inhalt vermuthlich nicht länger aufgespeichert, da ich ihn in der Regel leer gefunden habe. War er gefüllt, so lag hier ein Ballen von offenbar fäcaler Bedeutung, in welchem die aus der Nahrung stammenden Harttheile in körniger Masse gebettet waren. Unklar ist mir der Vorgang der Kothentleerung. Vielleicht gelingt es noch, an der Wand des Enddarmes oder im Afterkegel Muskelfasern, die für die Defäcation Bedeutung haben, nachzuweisen, da Reid für diese Darmstrecke ausdrücklich Contractionen hervorhebt, mit denen er die Entleerung der Fäces verbindet. Ich habe solche nicht gesehen; kann aber auch für den Vorgang der Defäcation, mit welcher nicht unbedeutende Ballen ausgestossen werden, keine Erklärung geben. — Als auffallenden Befund habe ich bereits erwähnt, dass ich in den Zellen des Enddarmes gelbe Concremente, ganz ähnlich denen, welche von den Zellen des Lebermagens erzeugt werden,

---

1) J. Reid Anatomical and physiological Observations on some Zoophytes. Annals and Magazine of natural history, Vol. XVI, 1845, pg. 391.

gefunden habe. Meine Beobachtungen über diesen Punkt sind unzulänglich; ich bin vor allem nicht darüber ganz sicher, ob diese flimmernden Zellen des Enddarmes gleiche excretorische Thätigkeit wie die Zellen des Lebermagens ausüben.

Der im Darm aus der eingeführten Nahrung gewonnene für die Ernährung dienende Stoff ist zweifelsohne eine Flüssigkeit und wird als solche durch die Zellschicht des Darmes den Geweben des Körpers zugeführt. Bei der Aufnahme dieser ernährenden Flüssigkeit mögen Einrichtungen, welche an den Stäbchenbesatz der Darmzellen geknüpft sind, von Bedeutung sein. — Weiterhin werden die Elemente der Marksubstanz die Bahnen bilden, auf welchen die Nährmittel zunächst verbreitet werden; sicherlich sind aber in ihnen auch die Stätten zu suchen, in welchen Reservematerial für die Ernährung aufgespeichert wird. Denn das Wachsthum der Stolonen und die Ergänzung abgefallener Kelche in einem Stocke, welcher sämmtliche Nährthiere verloren hat, ist auf keine andere Weise zu verstehen, als dass man Verbreitung und Aufspeicherung nahrungswerthiger Substanzen weithin und auf längere Dauer annimmt. Dann liegt aber die Vermuthung nahe, dass für solche Thätigkeiten die mannigfaltig gestalteten Zellen der Marksubstanz, wie sie theils vielfach zusammenhängen, theils vielleicht auch Wanderzellen sind, berufen seien.

Wodurch die Respiration eingeleitet und unterhalten wird, ist in den Fällen schwer zu verstehen, in welchen die Stöcke alle Kelche verloren haben, deren Cirren sonst wohl für Wasserwechsel und davon abhängigen Gasaustausch Bedeutung haben mögen. Ueber Respirationsvorgänge bei niederen Thieren sind unsere Vorstellungen aber überhaupt wohl kaum über das allgemeinste hinausgekommen.

Von den Vorgängen einer Excretion, wie man sie den danach, jedoch nur nach Analogieschlüssen, benannten Organen zuschreiben möchte, kann ich keinerlei auf Beobachtungen fussende Angaben machen. Feste oder geformte Excrete habe ich in den Zellen der Excretionsapparate sowenig wie in den Lichtungen von deren Canalstrecken gesehen. Findet hier eine Ausscheidung statt, so ist das

Ausscheidungsproduct wohl ein flüssiges; ich komme zu der Meinung, weil ich auch an den lebenden Thieren, die dem Einfluss der conservirenden Flüssigkeiten, welche feste Excrete hätten lösen können, nicht ausgesetzt waren, nie eine Einlagerung fester Stoffe in dem Excretionsapparat gesehen habe.

Von der Fortpflanzung und dem Wachsthum.

Die geschlechtliche Thätigkeit war an den Pedicellineen während der ganzen Dauer meiner Beobachtungen neben den Vorgängen der Knospung zu beobachten. Es schliesst das nicht aus, dass nicht zu anderen Zeiten des Jahres die Stöcke in einen Ruhezustand treten, wie das Leidy[1]) für Urnatella angegeben hat, oder dass ausschliesslich die ungeschlechtliche Vermehrung stattfindet.

Für beide Geschlechter, die im Stocke neben einander vorkommen, tritt die Reife der Geschlechtsproducte offenbar bereits zu einer Zeit ein, in welcher das Einzelthier seine endliche Grösse noch nicht erreicht hat. Zu dieser Anschauung komme ich durch die Beobachtung, dass in Kelchen von sehr ungleicher Grösse, auch in ein und demselben Stocke, reife Samenfäden oder Eier beobachtet werden.

Dass die reifenden Geschlechtsstoffe die äussere Form des Thieres etwas verändern können, habe ich bereits erwähnt.

Dass zwischen den männlichen und weiblichen Thieren eine geschlechtliche Vereinigung stattfinde, ist bei deren Befestigung ausgeschlossen; die von den Trägern sich ablösenden Kelche haben solche Aufgabe gewiss nicht zu leisten.

Die männlichen Thiere entleeren den Samen nach aussen, vermuthlich sobald dessen grösste Anhäufung den Austritt herbeiführt; davon überzeugen die Funde, in denen man, in Schnittserien der gehärteten Thiere, Spermatozoen im Kelchraume der Männchen bei strotzender Füllung der Hoden, frei gelagert findet, eine Erscheinung, welche auch von Loxosoma und anderen Pedicellineen bekannt ist. Der Durchtritt

1) Leidy Urnatella gracilis, a Freshwater Polyzoon. Journ. of the Acad. of Nat. Sc. of Philadelphia, Sec. Ser., Vol. IX, Pt. I, 1884.

der Samenfäden durch den Ausführungsgang der Hoden nach aussen verläuft dabei rasch; das schliesse ich daraus, dass ich im Ausführungsgange selbst nie Spermatozoen gesehen habe. Eine besondere Haltung der männlichen Thiere bei Vollreife des Samens oder bei der Samenentleerung habe ich nicht beobachtet.

Vermuthlich verlassen die Spermatozoen mit Eigenbewegung den Kelchraum des Männchens und gelangen, sei es durch Zufälligkeiten des bewegten Wassers oder unter einem vom Weibchen ausgehenden richtenden, chemotropischen Einfluss, in den Geschlechtsapparat des weiblichen Thieres.

Leicht und häufig bestätigt man das von Föttinger[1]) bereits erwähnte Vorkommen der Samenfäden in dem centralen Binnenraume der Eierstöcke der geschlechtsreifen Weibchen. Auf den gefärbten Schnitten habe ich deren Anwesenheit hier mit aller Deutlichkeit festgestellt. Aber aus diesem Raume dringen die Spermatozoen weiter vor. Sie schieben sich zwischen die reifenden Eier hindurch und dringen in die Substanz der gereiften Eier ein. Die Bilder, welche ich von den mir vorliegenden Präparaten gewinne, lassen daran keinen Zweifel, dass die Befruchtung der Eier durch die eindringenden Spermatozoen im Ovarium erfolgt. Aehnlich dem Vorgange bei der Befruchtung der Eier von Nematoden dringt das Spermatozoon — mehr als eins habe ich im Ei nicht gesehen — in das hüllenlose Ei ein; zwischen den feinkörnigen Dottermassen ist an Präparaten, welche mit Haematoxylin behandelt sind, der tief blau gefärbte, lang stäbchenförmige Kopf des Spermatozoon sicher zu erkennen.

Die Verhältnisse aber, unter welchen die Befruchtung des Eies im Ovarium stattfindet, habe ich nicht feststellen können. Mein Beobachtungsmaterial reicht dazu nicht aus. Nur soviel kann ich noch mittheilen, dass das Ei in seinem Keimbläschen karyokinetische Vorgänge durchmacht. Sowohl bei Pedicellina echinata wie bei Ascopodaria ma-

---

1) Föttinger, Sur l'anatomie des Pédicellines. Arch. de Biologie, T. VII, 1887, pg. 319, Pl. X, Fig. 23.

cropus habe ich in den Ovarien Eier gefunden, deren Keimbläschen die scharfe Begrenzung gegen den Dotter hin verloren hatten, unregelmässige Ein- und Ausbuchtungen ihrer Oberfläche besassen und in verschiedenen Formen die Schleifenbildungen des Chromatins zeigten (Fig. 82).

Ich habe oben bereits auf die Möglichkeit hingewiesen, dass dunkel gefärbte Kugeln in den Ovarien Richtungskörper sein könnten; durch directe Beobachtung kann ich diese Meinung ebensowenig stützen, wie ich die Vorgänge der Karyokinese mit dem Befruchtungsvorgang zeitlich in Verbindung zu bringen vermag. Da ich aber aus der Anwesenheit der Spermatozoen im Ei mit Sicherheit auf die hier stattfindende Befruchtung schliesse, da die Keimbläschen der reifen Eier Gestaltänderungen zeigen, wie sie sich bei dem Auswerfen eines Richtungskörpers einstellen, so wird man diese auch im Raume des Ovarium anzutreffen erwarten.

Das Ei verlässt offenbar rasch nach seiner Befruchtung das Ovarium; dafür ziehe ich die Beobachtung heran, dass ich in den ersten Stadien der Entwicklung begriffene, aber noch ungetheilte Eier im Brutraume angeheftet gefunden habe.

Auf seinem Durchtritte durch den Oviduct erhält das Ei eine Hülle, und diese ist ohne Zweifel das aus den Drüsenzellen des Oviductes stammende Secret. Das Ei, richtiger wohl die erste Embryonalzelle, hat, wie die in der Entwicklung folgenden Embryonalstände, birnförmige Gestalt und ist mit dem spitzen Pole seitlich neben der Mündung des Oviductes an dem hier befindlichen Epithelwulste, dem Brutträger, befestigt (Fig. 49. 50). Die Anheftung wird durch die Hüllsubstanz bewirkt, welche membranartig das Ei oder die Embryonalzellen umgiebt und an dem spitzen Pole zu einer bald längeren, bald kürzeren stielförmigen Verlängerung ausgezogen ist.

Wie man im Brutraume oft ein grosse Anzahl von Embryonen und Larven auf ungleichen Stadien der Entwicklung findet, so umgeben die Mündung des Oviductes nicht selten mehrere — ich zählte bis zu sechs — jüngste Embryonen, welche in ihrer Entwicklung nur wenig

von einander abweichen. Immer habe ich die jüngsten Zustände der im Brutraume befindlichen Larven neben der Mündung des Oviductes befestigt gefunden, ältere Zustände sind entfernter davon angeheftet. Danach muss man eine Verschiebung der angehefteten Embryonen, welche diese Entfernung herbeiführt, annehmen, und ich vermuthe, dass diese durch Wachsthums- und Wucherungsvorgänge herbeigeführt wird, mit welcher die Epithelzellen des Wulstes, an dem die Embryonen heften, vermehrt und verschoben, der Wulst selbst aber vergrössert wird. Reifen die Embryonen zu Larven heran, so schwindet die Hülle und damit die Anheftung, dann treten die Embryonen in die tieferen Aussackungen des Brutraumes hinein, liegen aber auch über diese hinaus in jenen Räumen des Kelches, welche, wie die Nachbarstrecke des Mundes, das ausgezeichnete Epithel des Brutraumes nicht besitzen. Dass die Eier auch zwischen den Falten des Brutraumes oder der Bruttaschen angeheftet seien, was Föttinger[1]) angiebt, habe ich nie gesehen.

Ist die Befruchtung des Eies im Ovarium erfolgt, so läuft die Entwicklung zur selbständigen Larve ganz im Brutraume ab. Dafür giebt mir das in Fig. 49 abgebildete Ei einen Beleg, welches nur einen Kern besitzt, den ersten Embryonalkern, der nach der in ihm vorhandenen Aequatorialplatte, sich zur Theilung anschickt. Die Hülle umgiebt in diesem Falle das Ei locker, und umschliesst noch ein Körperchen, welches ich als Richtungskörperchen ansprechen möchte. Es würde dies ein zweites Richtungskörperchen sein, wenn meine Vermuthung von der Natur der im Ovarium vorhandenen kugeligen Körper sich bestätigte.

Auf die Vorgänge der Embryonalentwicklung weiter einzugehen, liegt ausserhalb des Rahmens dieser Arbeit. Nur eine Frage nach der Ernährung der sich entwickelnden Jungen möchte ich noch berühren. Einen Theil des zur Bereitung der Embryonalzellen dienenden Materiales liefert sicher die Dottermasse des Eies und der ersten Embryonal-

1) Föttinger a. a. O. pg. 320.

zelle. Sie ist schwer färbbar, nimmt aber je grösser die Zahl der Embryonalzellen wird, in diesen an Menge ab, bis die Zellen der jungen Larven nur das stark Farbstoffe aufnehmende Plasma besitzen. — Nahrungszufuhr erhalten die sich entwickelnden Embryonen jedoch vielleicht auch aus einer Substanz, welche von den drüsenartig umgewandelten Epithelzellen des Brutraumes ausgeschieden wird. Ich vermuthe, dass eine solche Substanz als Flüssigkeit von den Drüsenzellen abgesondert wird, daher auch im Brutraume der lebenden Thiere nicht ohne Weiteres zur Beobachtung kommt. Fadige Massen, welche ich gelegentlich in meinen Präparaten an der Wand des Brutraumes unregelmässig angelagert beobachtete, oder körnige, Schichten bildende Ueberzüge über deren Zellen sind vielleicht durch Gerinnung in und aus einer solchen Flüssigkeit entstanden. Dann könnte Brutraumflüssigkeit, eine »Uterinmilch«, auf dem Wege der Imbibition zur Ernährung der in den Hüllen geschützten jungen Thiere verwendet werden. — Sind die Larven aus den Hüllen frei und bewegen sie sich mit ihren Wimpern im Brutraume oder im Atrium, so betheiligen sie sich, ehe sie den schützenden Raum des mütterlichen Körpers verlassen, an der Nahrung, welche der Mutter zugeführt wird. Das hat schon Hatschek[1]) für Pedicellina echinata angegeben. So findet man denn in dem Darme der Larven, welche noch im Brutraume der Mutter verweilen, die gleichen Stoffe, welche in deren Darmrohre getroffen werden; und dass die Vorgänge der Ernährung dann schon denen des mütterlichen Organismus sehr ähnlich sind, geht daraus hervor, dass im Magen der Larven bereits jene Zellen mit den characteristischen Concrementen getroffen werden, welche die »Leber« des erwachsenen Thieres auszeichnen.

Die Larven verlassen den Kelchraum unter der Form, welche im Allgemeinen von den Pedicellinen bekannt ist (Fig. 101). Ich habe ihnen eine eingehendere Berücksichtigung nicht schenken können. Es wird nach dem, was von anderen Arten bekannt geworden ist, die An-

1) Hatschek a. a. O. Zeitschrift f. wiss. Zoolog., Bd. 29, pg. 511.

nahme berechtigt sein, dass die Larve nach dem Ausschwärmen aus dem Brutraume sich festsetzt, und, ohne grössere histolytische Vorgänge durchzumachen, durch Ausbildung des Cirrenkranzes die vollendete Form annimmt, durch Entwicklung des tragenden Stieles in die Stockbildung eintritt.

Mir fehlen Beobachtungen über diesen Anfang des Stockes; doch darf ich nach anderweitigen Erfahrungen die Vermuthung aussprechen, dass der erste Träger anfänglich gleichförmig gestaltet ist, und die Sonderung in eine muskulöse und muskelfreie Strecke erst mit einer später auftretenden Entwicklung erfährt.

Aus der Basis des ersten Trägers erfolgt allgemein die Ausbreitung des Stockes mit Stolonen in solcher Weise, dass die ersten einaxigen Stengelglieder einander gegenüber entweder gleichzeitig, oder nach einander hervorknospen und dass von dem Ausgangspunkte an der Stock anfänglich nur auf der damit gegebenen Linie weiter wächst. Dafür spricht, dass in jungen Stöcken die Kreuzformen der mehraxigen Stengelglieder fehlen. Erst wenn der Stock in der anfänglich eingeschlagenen Richtung eine gewisse Ausdehnung erlangt hat, treten die rechtwinklig zu dieser stehenden Stolonen an den mehraxigen Gliedern auf.

Soweit ich nach meinen Erfahrungen an den ganz oder zum grossen Theil übersehenen Stöcken oder von grösseren Strecken solcher urtheilen kann, herrscht hier dann aber eine grosse Mannigfaltigkeit in der Fortführung der Stöcke. Vermuthlich sind es äussere Verhältnisse, die hier begünstigend oder hemmend in die Entfaltung des Stockes nach der einen oder anderen Richtung hin eingreifen. Dass allgemein gültige Bedingungen das Wachsthum des Stockes in seiner characteristischen Zusammensetzung regelten, habe ich nicht erkennen können.

Immer wird man zulassen müssen, dass im Wachsthum des Stockes eine sehr ungleiche Energie auftritt. Das zeigt sich einmal an den Enden der Stolonen. Denn hier erscheint in einer Reihe von Fällen als Endstück eine kurze indifferente Strecke, welche nach Art eines Gliedes von der vorangehenden durch eine diaphragmatische Scheidewand getrennt ist, während andere Endstrecken von der letzten

Scheidewand ab gerechnet erheblich länger sind, dabei wohl mit schwach keulenförmiger Auftreibung auslaufen, vor allem aber unregelmässige höckerartige Vorsprünge besitzen, in welchen die Anlagen seitlicher Knospen leicht zu erkennen sind. In diesen Fällen legen sich also bei einem raschen Wachsthum eine Anzahl von Gliedern gleichzeitig an, ohne dass die sondernden Scheidewände sich bilden. Bei Ascopodaria macropus scheint deren Auftreten stets bald zu erfolgen, während ich bei jungen Colonien von Pedicellina echinata die Endstrecken in ihren einzelnen Gliedern oft weit entwickelt gefunden habe, ohne dass die Scheidewände vorhanden waren.

Andererseits kommt eine ungleiche Energie des Wachsthums auch in der ungleichen Länge zum Ausdruck, welche einzelne Stengelglieder ein und desselben Stockes neben einander erreichen. Für die Beurtheilung dieses Sachverhaltes würde allerdings eine Vorfrage zu beantworten sein, für welche es mir an unmittelbar beweisendem Material fehlt. Wachsen die einaxigen Glieder auch dann noch in der Längsrichtung weiter, wenn sie mit der Ausbildung der inneren starren Cuticularschicht ihre Festigkeit erlangt haben? Ein solches Wachsthum würde durch Intussusception erfolgen, da Zuwachsmassen von jüngerem Aussehen mir wenigstens nie vorgekommen sind. Ich möchte ein solches Wachsthum aber bezweifeln, nicht zum wenigsten auch aus dem Grunde, weil eine derartige Längenzunahme der Stolonen eine Verschiebung des ganzen Stockes auf seiner Unterlage zur Folge haben müsste. Das ist ein Vorgang, den ich solange bezweifle, bis ihn unmittelbare Beobachtungen belegen.

Findet aber in den älteren, festgewordenen Theilen eines Stockes ein Längenwachsthum nicht mehr statt, dann muss die ungleiche Länge, welche einzelnen Stengelgliedern neben einander zukommt, durch ungleiche Wachsthumsenergie in den Zeiten, wo die Stolonen gebildet werden und sich entwickeln, erreicht sein. Dass auch hier äussere Verhältnisse einwirken können, scheint selbstverständlich.

Für die Träger gestaltet sich die Sache etwas anders. An den jüngsten Trägern, sobald sie durch die Sonderung einer Kelchanlage,

die als abgesetztes Kügelchen auftritt, selbständig erscheinen, fehlt eine Sonderung in die muskulöse und muskelfreie Strecke. Der junge Träger ist gleichmässig dick und hat das Ansehen einer muskulösen Strecke wie ein holosarciner Träger. Zwischen dem Köpfchen und der zuerst gebildeten Strecke wächst nun allmählig der dünnere muskelfreie Abschnitt heraus, damit wird gleichzeitig der ganze Träger länger, der Abstand zwischen Kelch und Sockel grösser. Zu der Zeit, wo dieses eintritt, hat der Sockel fast seine volle Länge erreicht, sicher findet an ihm auch weiterhin noch ein geringes Längenwachsthum statt. Die muskelfreie Strecke erhält aber ihre Längenausdehnung offenbar durch Anwachs an ihrer oberen Strecke. Hier tritt die knöpfchenförmige Endanschwellung unterhalb des Kelches erst allmälig hervor, während das Längenwachsthum andauert. Dieses erreicht wohl erst dann sein Ende, wenn über die ganze Länge dieser Strecke des Trägers die starre chitinöse Schicht mit den characteristischen Poren verbreitet ist. Entsprechend dem Wachsthumsvorgange erfolgt aber die Ausbreitung dieser Schicht allmählig von unten nach oben, so dass jüngere, unausgewachsene Träger an dem Unterschied in der Wandung dieser Strecke zu erkennen sind.

Auf die Entwicklungsgeschichte der durch Knospung entstehenden Kelche habe ich nicht einzugehen, möchte aber einige Beobachtungen über deren Wachsthum vorbringen. Dahin gehört zunächst der Umstand, dass die Kelche, nachdem sie bereits in die Hervorbringung von Geschlechtsproducten eingetreten, augenscheinlich noch an Grösse zunehmen.

Ich habe ferner Grund zu der Vermuthung, dass die wachsenden Kelche eine Häutung erleiden. Dieser Grund besteht darin, dass ich die leere cuticulare Haut eines Kelches neben einem Thiere liegend fand, die in solcher Form nur mit einer Art von Häutung abgelegt sein konnte. Diese Haut gehörte dem Umfang eines Kelches von dessen Befestigung auf dem Träger bis in die Gegend des Kelchrandes an, in solcher Ausdehnung also, in welcher der Kelch die cuticulare Bekleidung trägt, die sich ja auf die Cirren nicht erstreckt. Weitere Beob-

achtungen werden nöthig sein, um die Bedeutung dieses Vorkommens festzustellen.

Bei der ungleichen Zahl der Cirren, welche man an verschiedenen Thieren desselben Stockes beobachtet, könnte man muthmaassen, dass mit dem Wachsthum des Thieres die Zahl der Cirren zunehme. In einem solchen Falle würde man aber bei dem Vergleich kleinerer und grösserer Kelche dem entsprechend eine geringere und grössere Anzahl der Cirren, oder auch in dem geschlossenen Cirrenkranze neben den vollwüchsigen grossen nachwachsende jüngere Faden zu finden erwarten müssen. Beides ist aber nach meinen Erfahrungen nicht der Fall, und wenn nicht zu anderen Zeiten des Jahres als die sind, in welchen ich beobachtete, andere Verhältnisse hier eintreten, so wird die Zahl der Cirren von Anfang an bei der Ausbildung des Kelches angelegt und ausgebildet werden, wenn auch in dieser Entwicklungsperiode die Cirren nach einander hervorwachsen. Weiteren Beobachtungen bleibt es überlassen festzustellen, ob die ungleiche Zahl der Cirren etwa Personen nach einander folgender Generationen zukommt.

In einer Anzahl von Fällen habe ich Kelche getroffen, denen der Cirrenkranz völlig fehlte oder bei welchen die einzelnen Cirren nur stummelförmige bald mehr bald minder lange Fäden bildeten. Es kann sich ja in diesen Fällen um Zustände handeln, in welchen durch von aussen her erfolgte Eingriffe die Cirren beseitigt oder verletzt sind; es ist aber auch nicht ausgeschlossen, dass krankhafte Vorgänge im Innnern, vielleicht parasitäre Einlagerungen, wie ich solche beobachtet zu haben glaube, den Schwund der Cirren veranlassen. Als eine parasitäre Einlagerung fasse ich den in Fig. 99 abgebildeten, in der Dicke eines Cirrus steckenden Körper auf, der als ein eiförmiges einkerniges Gebilde erschien, welches vielleicht dem Kreise der Gregarinen angehört.

Wenn aber bei Bryozoen die Tentakelkrone während der Histolysirung abgeworfen wird, so wäre vielleicht auch an einen histolytischen Vorgang bei dem Abgange des Cirrenkranzes zu denken. In einigen Fällen hatten die stummelförmigen, von mir beobachteten Cirren wohl ein Aussehen, wie es regenerirenden Organen zukommt; und das lässt

mich vermuthen, dass nach dem Abfall der Cirren, mag derselbe krankhaft herbeigeführt oder normal bedingt sein, eine Regeneration der Cirren erfolgt. In solchen Fällen würde dann in dem geschlossenen Kranze auch eine vergrösserte Zahl von Cirren auftreten können.

Regenerationsvorgänge spielen aber im Leben des Stockes eine bedeutsame Rolle. Allerdings vermag ich nicht anzugeben, wie weit solche an den kriechenden Stolonen vorkommen, da ich, ohne experimentelle Eingriffe unternommen zu haben, nicht im Stande bin zu beurtheilen, in wiefern Bildungen an Stolonen, welche regenerative zu sein schienen, auf ungewöhnliche oder verspätete und verlangsamte Knospenbildungen zurückgehen.

Anders steht es mit den aufrecht stehenden Trägern und den von ihnen getragenen Kelchen. Bei den in kleinen Aquarien gehaltenen Stöcken der Ascopodaria macropus lösen sich häufig die Kelche von den Trägern; nicht selten sind mir aber auch frisch eingesammelte Stöcke vorgekommen, denen alle Kelche fehlten. Diese Erscheinung ist, seit Reid[1]) die ersten Angaben bei Pedicellina echinata darüber veröffentlichte, mehrfach beschrieben. Doch sind wir keineswegs genau über den Vorgang unterrichtet. Nach Reid bereitet sich der Abfall der Kelche langsam vor und erfolgt, nachdem während einiger Tage die Cirren ganz eingezogen waren; solche Zustände habe ich gleichfalls beobachtet und sah dann die Kelche vor dem Abfall wie welk an den Spitzen der Träger hängen. Bereitet sich hier der Abfall etwa durch einen Gewebeschwund und die Ausbildung einer Demarcationslinie, etwa auch der ersten Anlage einer neuen Knospe vor? Nach Reid's Angaben tritt bei P. echinata die Neubildung von Kelchen auf den alten Trägern schon nach wenig Tagen ein; darüber fehlt es mir bei Ascopodaria macropus an Erfahrung. Hier ist aber die wichtige Mittheilung Leidy's zu beachten, wonach Urnatella gracilis lange ohne den Besitz von Köpfchen fortlebt.

---

1) J. Reid, Anatomical and physiological Observations on some Zoophytes. Annals and Magazin of natural history., Vol. XVI, 1845, pg. 390.

Bisweilen erfolgt der Abfall der Köpfchen aber auch rasch unter heftigen Bewegungen des Stieles. Dann macht es den Eindruck, als ob das Köpfchen spontan, durch eine vom Thiere schnell vollzogene Thätigkeit, wie mit einer Art Selbstamputation abgeworfen würde. Das würde dem Abwerfen einer Krebsscheere, der freiwilligen Verstümmelung an einem Schneckenfusse, oder dem Auswerfen der Eingeweide einer Holothurie entsprechen. Allein diese Dinge sind genauer zu prüfen. In den von mir gesehenen Fällen habe ich nicht festgestellt, ob nicht doch auch hier vorbereitende Vorgänge in den Geweben des Stielendes den Abfall eingeleitet haben. Ich erwähne diese Erscheinung, weil Lang [1]) für Pedicellina in dem Abwerfen der Kelche offenbar eine Selbstverstümmelung zu sehen geneigt ist. Er meint aber ferner, dass die Einrichtung der Scheidewand, welche bei Pedicellina den Kelch vom Stiele trennt, das Eintreten der Selbstverstümmelung erleichtere. Auch das ist genauer zu prüfen. In einzelnen Fällen habe ich an den abgefallenen Köpfchen ein Stückchen vom Stielende gesehen, so dass die Trennung in der weichhäutigen Endstrecke erfolgt ist, in anderen Fällen erschien der Kelch wie glatt vom Träger abgetrennt. Sollte in solchem Falle eine »Selbstamputation« das Abwerfen des Kelches herbeiführen, so spielt dabei vielleicht die Zellsäule auf der Grenze vom Träger zum Kelch eine Rolle. Sobald man den platten Zellen, welche diese Säule bilden, muskulöse Bedeutung beilegt, kann man sich vorstellen, dass eine übermässige, eng begrenzte Zusammenziehung in dieser Säule die Trennung des Zusammenhanges zwischen Kelch und Träger herbeiführt.

Eine Untersuchung der schnell oder nach längerem Welken abgefallenen Köpfchen bringt hier wohl eine Entscheidung.

Vor der Hand darf die Auffassung nicht abgewiesen werden, dass auf einem bestimmten Stadium der Ausbildung, sagen wir im Stadium der Ueberreife, oder der Erschöpfung der geschlechtlichen

---

1) A. Lang, Ueber den Einfluss der festsitzenden Lebensweise auf die Thiere, Jena 1888, pg. 120.

Thätigkeit durch gewebliche Umänderung der Kelch vom Träger abgelöst wird.

An den kelchlos gewordenen Trägern bildet sich ein neuer Kelch. Das geht auch für unsere Art aus vielen Beobachtungen hervor. Es wird aber bei diesen Vorgängen zu unterscheiden sein. Die in der Form kleiner Kugeln auftretenden Knospen stehen in einer Anzahl von Fällen am Ende von alten Trägern, welche die gewöhnliche Länge besitzen, und mit der geschilderten Anschwellung auslaufen. In diesen Fällen ist offenbar der früher vorhandene Kelch allein vom Ende des Trägers gelöst und erhält Ersatz durch eine terminale Knospe. Ich habe nie gesehen, dass eine Knospenanlage unter dem noch vorhandenen Kelche bestanden, oder dass zwei Kelche neben einander auf dem Trägerende gesessen hätten, was Seeliger[1]) für Pedicellina echinata beobachtet hat. So ist für die von mir beobachtete Art ebensowenig eine frühzeitig angelegte Kelchknospe wie deren laterale Stellung am Trägerende anzunehmen. Die Knospung wird wohl immer erst erfolgen, nachdem der alte Kelch abgefallen ist. Damit rückt der Vorgang näher an die Regeneration.

In den anderen gesehenen Fällen war der an seinem Ende mit einer Kelchknospe versehene Träger offenbar verkürzt und trug auf der ganzen Länge seiner muskelfreien Strecke die Kennzeichen des Alters, welche durch die stark entwickelten Poren in der starren Cuticula gegeben werden. In diesen Fällen handelt es sich jedenfalls um eine Regeneration; hier wird der Angriffen leicht zugängliche Träger durch eine Verletzung nicht nur den Kelch, sondern auch seine distale Strecke eingebüsst haben, und erzeugt nun zunächst eine Kelchknospe und vermuthlich mit und unter dieser seine in Wegfall gekommene Endstrecke.

---

1) Seeliger, a. a. O. Zeitschrift f. wiss. Zoologie, Bd. 49. pg. 190. f.

Systematisches.

Die Zahl der durch Beschreibung und Abbildung in den letzten Jahren bekannt gemachten Pedicelliniden ist so gross, die zum Theil unbeachtet gebliebenen Eigenthümlichkeiten an ihnen so bedeutend, dass es sich um so mehr lohnt, sie in systematischer Weise zusammenzustellen, als es an einer derartigen Zusammenfassung überhaupt fehlt.

Ist man aber bei einem solchen Versuche bemüht, unterscheidende und verbindende Eigenthümlichkeiten dieser Thiere zu verwerthen, so ergiebt sich bald, dass zur Zeit, vielleicht nur in Folge unzulänglicher Beobachtungen, die Kelche sowohl nach ihrer äusseren Erscheinung wie nach ihrem Inhalt, in dieser Hinsicht wenig Anhaltspunkte bieten, während die Art und Weise der Stockbildung, und die Form der Stengelglieder auffallende Besonderheiten zeigen.

Gegen die Methode, die Verwandtschaftsverhältnisse der Pedicelliniden zu einander aus den Besonderheiten der Stolonen und der Stockbildung abzuleiten und danach diese im System zum Ausdruck zu bringen, hat sich Jullien[1]) ausgesprochen. Meines Erachtens mit Unrecht. Ich stimme Hincks[2]) bei, wenn er diese Auffassungen des französischen Bryozoen-Forschers zurückweist, der allerdings selbst das Geständnis ablegt, dass zur Zeit die Pedicellineen nicht anders als nach der Form ihrer Stiele oder nach Schnitten der »Zooecien« classificirt werden können.

Jullien betont für die Bryozoen gewiss mit Recht, dass für deren verwandtschaftliche Beziehungen zu einander die Besonderheit der einzelnen Person und nicht die ungleiche Gestalt oder der ungleiche Aufbau des Stockes verwendet werden solle. Es widerspricht dieser Auffassung aber nicht, bei den Pedicelliniden, wie bei den stoloniferen

1) Mission scientificique du Cap Horn. T. VI. Zoologie. Bryozoaires par J. Jullien. Paris 1888, 4°., pg. I. 6., I. 9.

2) Th. Hincks, Critical Notes on the Polyzoa. Annals and Magaz. of natural history. Ser. VI, Vol. 5, pg. 92.

Bryozoen, die Formverhältnisse der Stolonenglieder zur Beurtheilung der Verwandtschaftsverhältnisse zu verwenden, sobald man diese als Einzelglieder des Stockes, wie ich es oben ausgeführt habe, als »Zooide« neben den »Personen« auffasst.

Aber auch abgesehen davon, wird man für eine Beurtheilung des natürlichen Systems sich aller Berücksichtigung der Stockbildung keineswegs ganz entschlagen dürfen, wie ja schon der Umstand, ob die ausgedehnte Stockbildung ausbleibt, wie bei Loxosoma, oder vorwiegend acrogen ist, wie bei Urnatella, sicherlich schwer ins Gewicht fällt.

Ich gebe daher zunächst eine Zusammenstellung der mir aus Beschreibungen oder eigner Anschauung bekannt gewordenen Pedicelliniden, indem ich diese Verhältnisse berücksichtige. Dann lassen sich die Gattungen in solcher Weise gruppiren:

A. Stöcke ohne kriechende Stolonen

1) Stöcke dauernd nur zweigliedrig aus Kelch und Träger bestehend *Loxosoma*

2) Stöcke mehrgliedrig mit Basalplatte *Urnatella*

B. Stöcke mit kriechenden Stolonen

I. Kelche auf Phalangen mehraxiger Stolonenglieder

1) Phalangen holosarcin *Pedicellina*

2) Phalangen merosarcin

a) Kelche nur terminal an den Phalangen

α) Kelche mit seitlicher Anheftung terminal *Pedicellinopsis*

β) Kelche rein endständig *Ascopodaria*

b) Kelche terminal und seitlich an den Phalangen *Barentsia*

II. Kelche auf Phalangarien mehraxiger Stolonenglieder

1) Glieder der Phalangarien holosarcin *Arthropodaria*

2) Glieder der Phalangarien merosarcin *Gonypodaria*

Pedicellinidae.

Animalia in zoario simplici vel stolonibus prolato eudipleura parenchymatosa calyciformia phalangis imposita, in area corona cirrorum cincta inter os et anum aperturam genitalem et excretoriam gerentia. Tractus intestinalis recurvus. Organa genitalia germinantia et efferentia continua, sicut excretoria coeca apertura singula. Centrum nervosum singulum inter os et anum.

Aquatilia maris et aquarum dulcium.

Loxosoma Keferstein 1862.

W. Keferstein, Untersuchungen über niedere Seethiere. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XII, pag. 131.

Zoarium simplex calyce oblique cum phalanga conjuncto.

Loxosoma cochlear O. Schm.

Oscar Schmidt, Die Gattung Loxosoma. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XII, 1876, pag. 1. Bemerkungen zu den Arbeiten über Loxosoma. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 31, 1878, pag. 68.

Calyce cirris 8, phalanga brevi glandulifera.

Hab. Neapolis. In Ceraospongiis.

Loxosoma singulare Kef.

W. Keferstein, Untersuchungen a. a. O.

Syn.: Loxosoma claviforme Hcks-teste Harmer.

Hincks, A history of the british marine Polyzoa. Vol. I, 1880, pag. 575. Harmer, Structure and development of Loxosoma a. a. O. pag. 263.

Calyce cirris 10, phalanga calyce breviore basi orbiculari.

Hab. St. Vast. In Annelidis Capitella, Hermione.

Loxosoma pes O. Schm.

Syn. L. singulare O. Schm. (nec Keferstein).

Oscar Schmidt a. a. O. 1876. 1878.

Calyce cirris 10, phalanga calyce breviore glandulifera, basi producta.

Hab. Neapolis. In Euspongia.

Loxosoma neapolitanum Kow.

Kowalewsky, Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgesch. des Loxosoma neapolitanum. Mem. Acad. impér. des sciences de St. Petersbourg T. X, No. 2, 1866. 4°.

Calyce cirris 10, phalanga calyce longiore glandulifera, basi verrucis 4 prominentibus.

Hab. Neapolis. In tubis Phyllochaetopteri.

Loxosoma Leptoclini Harmer.

Harmer, on the Structure and Development of Loxosoma. Quarterly Journal of micr. Science Vol. XXV, New. Ser., 1885, pg. 263.

Calyce cirris 10, phalanga cum calyce aequali glandulifera, basi alata.

Hab. Neapolis. In Ascidia Leptoclino.

Loxosoma raja O. Schm.

Oscar Schmidt a. a. O. 1876. 1878.

Calyce cirris 12, phalanga brevi glandulifera.

Hab. Neapolis. In Ceraospongiis.

Loxosoma Tethyae Sal.

M. Salensky, Etudes sur les Bryozoaires entoproctes. Annales des. sc. natur. Sér. 6, Zoolog., T. V, 1877, N. 3.

Calyce cirris 12—13; phalanga calyce duplo longiore glandulifera, basi alata.

Hab. Neapolis. In Spongia Tethya.

Loxosoma Kefersteini Clprd.

Ed. Claparède, Miscellanées zoologiques. Annales d. sc. natur. Ser. V. Zool., T. 8, 1867, pg. 28.

Calyce cirris 14, phalanga calyce longiore basi orbiculari.

Hab. Neapolis. In Bryozois: Zoobothryo et Acamarchide.

Loxosoma crassicauda Sal.

M. Salensky a. a. O. 1877.

Calyce cirris 18, phalanga valde elongata, basi glandulifera, vix producta.

Hab. Neapolis. In tubis Annelidarum.

Loxosoma phascolosomatum C. Vogt.

Carl Vogt, Sur le Loxosome des Phascolosomes. Archives de Zoolog. expérimentale. T. V, 1876, pg. 305.

Calyce cirris 18, phalanga valde elongata, basi oblique producta.

Hab. Roscoff. In Phascolosomatum corpore.

Die Zusammenstellung dieser Arten ist nach der Anzahl der Cirren und der Länge des Trägers gemacht. Dass die Zahl der Cirren für die Artunterscheidung verlässlich ist, scheint zweifelhaft. Nach den Angaben von O. Schmidt und Nitsche kommt vielleicht allen Loxosomen eine Fussdrüse zu, sodass eine Gruppirung der Arten nach deren Anwesenheit oder Mangel von zweifelhaftem Werth ist. Bei einer mit ausreichendem Material gemachten kritischen Bearbeitung wird vermuthlich eine Anzahl dieser Arten zusammengezogen werden. Vielleicht stellen sich durchgreifende Unterschiede in der Entwicklung besonderer

Drüsenzellen am Kelche heraus; das entnehme ich Angaben, welche Harmer darüber gemacht hat.

Urnatella Leidy 1851.

Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 1851, pg. 321.

Zoarium in disco basali phalangariis articulatis binis calyces terminales gerens.

Urnatella gracilis Leidy.

Leidy, Proced. Acad. Nat. Sc. Philad., 1851, pg. 321. 1854, pg. 191. 1858, pg. 1. 1870, pg. 100
Leidy, Urnatella gracilis, a Freshwater Polozoon. Journal of the Academy of Natural Science of Philadelphia. Sec. Ser., Vol. IX, Pt. 1, Philadelphia 1884, pg. 5—16, Pl. I.

Pedicellina M. Sars 1835.

Beskrivelser og Jagttagelser. Bergen 1835, pg. 4.

Zoarium stolonum filiformium alternis internodiis prolatum, phalangis holosarcinis calyces terminales gerens.

Pedicellina glabra (Hincks) char. emend.

Brachionus cernuus Pallas, Spicilegia zoologica, Fascic. X, 1774, pg. 37, Tab. IV, Fig. 10.
Pedicellina cernua (Pall.) var a (glabra) Hincks. A History of the british marine Polyzoa. Vol. I, 1880, pg. 565.
? *Pedicellina americana* Leidy. Leidy Contributions towards a knowledge of the marine invertebrate Fauna of the coasts of Rhode Island and New Jersey. Journ. Acad. nat. Sc. Philad. 2. Ser. Vol. 3. 2. 1855. Art. XI. pg. 143. Pl. X. fig. 25.

Pedicellina phalanga et calyce glabro.

Hab. Mare septentrionale.

Pedicellina echinata M. Sars 1835.

M. Sars, Beskrivelser l. c.
Syn. Brachionus cernuus Pall. ex parte. Pallas. Spicilegia zoologica a. a. O. Pedicellina cernua Hcks. ex parte. A History of the british marine Polyzoa l. c.

Pedicellina phalanga spinulosa calyce glabro.

Hab. Mare septentrionale et mediterraneum.

Pedicellina hirsuta Jullien.

Jullien, Mission scientifique du Cap Horn, T. VI, Zoologie Bryozoaires, 1888, pg. I. 13.
Syn. Pedicellina cernua (Pall.) Hcks ex parte. Hincks. A History a. a. O. Pl. 81, fig. 2.

Pedicellina phalanga et calyce spinuloso.

Hab. Littora Galliae et Angliae.

Pedicellina nutans (Dalyell) Hincks

Dalyell, Rare and remarkable Animals II, pl. XX, Fig. 1—12.
Hincks. A history a. a. O. pg. 576.

Pedicellina phalanga superne attenuata et calyce glabro.

Hab. Littora Angliae.

Ich habe keinen Fall gesehen, dass in ein und demselben Stock ausgewachsene glatte und bedornte Pedicellinen neben einander gewesen sind, und halte deshalb die Arten glabra, echinata und hirsuta in der angegebenen Weise getrennt. Falls Stöcke von beiden Formen durcheinander wuchern, mag ein in dieser Hinsicht trügerisches Bild vorliegen. Dass ich die älteste Artbezeichnung cernuus Pall. nicht beibehalte, rechtfertige ich damit, dass Pallas offenbar Ped. echinata und glabra vor sich gehabt hat, seine Beschreibung ist auf echinata, seine Abbildung auf glabra zu deuten.

Ascopodaria (Busk. [1880] 1886.) p. parte char. emend.

Busk, Report on Polyzoa. Report on the scientific result of the Challenger. Zool. Vol. XVII, 1886, pg. 41.

Zoarium stolonum filiformium internodiis alternis prolatum, phalangis merosarcinis apice obtuso calyces gerens.

Ascopodaria gracilis (M. Sars).

Pedicellina gracilis M. Sars, Beskrivelser og Jagttagelser l. c. 1855, pg. 6.

Ascopod. phalangae parte terminali tereti glabra septies longiore quam musculosa, cirris viginti.

Hab. Mare atlanticum septentrionale.

Thiere aus dem Kieler Hafen, die ich für diese Art halte, waren besonders auffällig durch die lange weiche Endstrecke des muskelfreien Stielabschnittes, auf welcher eine fein quergeringelte nur aus der weichen Chitindecke bestehende Haut lag. Unter dieser fand sich eine Längsstreifung, die den Anschein bot, als läge hier eine längslaufende Muskelschicht. Der Erhaltungszustand der Thiere gestattete keine sichere Entscheidung darüber, vor allem waren nicht mit Bestimmtheit Myoblasten oder randständige Muskelkerne zu erkennen.

Ascopodaria major (Hincks).

Barentsia major Hincks, The Polyzoa of St. Lawrence. Annals and Mag. of Nat. History. Ser. VI. Vol I, 1888, pg. 226.

Ascopod. phalangae parte rigida, superne dilatata glabra, septies longiore quam musculosa, apice flexili elongato.

Hab. St. Lawrence.

Ascopodaria discreta Busk.

Busk, Report on Polyzoa. Report on the scientific results of the ... Challenger. Zoolog. Vol. XVII, 1886, pg. 44, Pl. X, Fig. 6—12.

Ascopod. phalangae parte rigida tereti foraminosa quinquies quam musculosa longiore apice elongatulo annulato.

Hab. Nightingal Island. Tristan da Cunha 100—150 f.

Ascopodaria macropus n. sp.

Ascop. phalangae parte rigida tereti foraminosa ter quam musculosa longiore, apice flexili brevi subglobosa, cirris 20.

Hab. Mare mediterraneum in portu Cartageniensi.

Ascopodaria belgica (v. Beneden).

Pedicellina belgica v. Beneden, Recherches sur l'Anatomie, la physiologie et le developpement des Bryozoaires, qui habitent la côte d'Ostende. Nouveaux memoires de l'Académie royale des sciences et belles lettres de Bruxelles. T. XIX, Bruxelles 1845, pg. 23, Pl. I. II.

Ascopod. phalangae parte rigida glabra media inflata, cirris 12.

Hab. Mare germanicum.

Es bleibt zu untersuchen, ob diese durch die Auftreibung des Trägers, welche nach v. Beneden muskulös sein soll, ausgezeichnete Art nicht etwa in die Gattung Gonypodaria gehört und mit der dort aufgeführten Art Gonypod. nodosa (Lom.) zusammenfällt.

Pedicellinopsis (Hincks 1884) char. emend.

Hincks, Contributions towards a general history of marine Polyzoa. Annals and magaz. of natural history. Ser. V, Vol. 13, 1884, pg. 363.

Zoarium stolonum filiformium alternis internodiis prolatum, phalangis in basi confertis, merosarcinis, apice oblique truncato calyces gerens.

Pedicellinopsis fruticosa Hincks.

Hincks, Contributions. l. c. 1884.

Syn.: *Ascopodaria fruticosa* (Hincks) Busk.

Busk, Report on Polyzoa. Report on the scientific results of the ... Challenger. Zool. Vol. XVII, 1886, pg. 42, Pl. IX. X, Fig. 1—5.

Hab. Port Philipp. Twofold Bay.

? *Ascopodaria gracilis* (Sars) Kirkpatrik.

Kirkpatrik, Polyzoa from Port Philipp. Annals and Mag. of Nat. Histor. Ser. 6, Vol. 2, pg. 21.

Hab. Port Philipp.

Mit der von M. Sars beschriebenen Pedicellina gracilis fällt diese Form nicht zusammen, in der von Kirkpatrik gegebenen Beschrei-

bung sehe ich keinen Unterschied von Ascopodaria fruticosa Hincks, da ich die grössere Zahl der von dem kelchtragenden Stengelglied ausgehenden Stolonen (5—6) nicht als solchen anerkennen kann.

Barentsia (Hincks 1880) char. emend.

Hincks, On new Hydroida and Polyzoa from Barents Sea. Annals and Mag. of. Nat. History. Ser. 5, Vol. 6, 1880, pg. 285.

Zoarium stolonum filiformium alternis internodiis prolatum, phalangis merosarcinis calyces terminales et laterales in phalangis gerens.

Barentsia bulbosa Hincks.

Hincks, On new Hydroida l. c.

Hab. Lat 75° 16′ 6″ N, Long. 45° 19′ 36‴ O; 100 Faden.

Arthropodaria n. gen.

Zoarium stolonum filiformium internodiis alternis prolatum, phalangariis articulatis holosarcinis calyces gerens.

Arthropodaria Benedeni (Föttinger).

Pedicellina Benedeni Föttinger, Sur l'anatomie des Pedicellines de la côte d'Ostende. Archives de Biologie. T. VII, 1887, pg. 299, Pl. X.

Arthropodaria cirris 18—20 brunneis.

Hab. Ostende.

Gonypodaria n. gen.

Zoarium stolonum filiformium internodiis alternis prolatum phalangariis merosarcinis calyces gerens.

Gonypodaria nodosa (Lomas).

Pedicellina gracilis var nodosa, nov. Joseph Lomas, Report on the Polyzoa of the L. M. B. C. District. Proceedings of the literary and philosophical Society of Liverpool. No. XL, London Liverpool 1886, pg. 190, Pl. III, Fig. 2.

Gonypodaria phalangariis merosarcinis alternatim e stolonibus prorectis.

Hab. Isle of Man.

? Gonypodaria australis (Jullien).

Pedicellina australis Jullien, Mission scientifique du Cap Horn. T. VI, Zoologie Bryozoaires, Paris 1888, pg. I. 13.

Hab. Ile Hoste, baie Orange

Diese Art führe ich hier nur mit Bedenken auf, da die von ihr gegebene Beschreibung über die Beschaffenheit des Trägers keine klare

Auskunft giebt; jedenfalls handelt es sich um eine merosarcine Bildung; ob der nach oben erweiterte Träger aber ein Phalangarium darstellt, ist nicht klar zu ersehen.

Zusammenstellungen, wie die angegebenen, haben die Mängel des künstlichen Systemes, insofern sie nur eine Reihe von Beziehungen der einzelnen Formen zu einander darlegen, andere, vielleicht nicht weniger wichtige, nicht zum Ausdruck bringen.

Dass die Gattung Loxosoma eine besondere Stellung unter den Pedicelliniden einnimmt, wird allgemein anerkannt. Auch wird es auf keinen Widerspruch stossen, wenn man in dieser Thierform die einfachste Stufe, vielleicht das Abbild einer phylogenetischen Ausgangsform sieht. Immerhin wird das zunächst nur Gültigkeit in Bezug auf die Stockbildung haben. In dieser Beziehung halte ich an der schon vor längerer Zeit vortragenen Anschauung fest, dass Loxosoma einen zweigliedrigen Stock darstelle, der von dem Kelche und dessen Träger gebildet wird. Allerdings ist die Trennung der beiden Glieder dieses Stockes von einander in doppelter Hinsicht wenig ausgeprägt. Denn einmal ist der muskulöse Stiel des Loxosoma, der doch zweifellos dem Träger einer Pedicellina nach Form und Entwicklung entspricht, wenig gesondert von dem einem Pedicellineenkelch gleichzusetzenden Leibe, und andererseits erfolgt die Bildung der Knospen bei Loxosoma an der Seitenwand des Kelches, während diese bei allen vielgliedrigen Pedicellineenstöcken auf die Stolonen verschoben ist. Im ersten Punkte zeigt uns Loxosoma dauernd den jüngeren Zustand einer Pedicellina, bevor der Träger mit scharfer Grenze vom Kelche sich absetzt; dass nun bei Loxosoma die schärfere Sonderung der beiden Körperstrecken in getrennte Glieder eines Stockes ausbleibt, ist ein Verharren auf niederer Stufe und eine Erscheinung, für welche Coelenteraten analoge Erscheinungen aufweisen. — Mit dieser unvollständigen Stockbildung mag es zusammenfallen, dass die Knospenbildung am Kelchabschnitt erfolgt, und dass die gebildeten Knospen frühzeitig die Verbindung mit dem mütterlichen Boden aufgeben.

Nehmen wir Loxosoma als einen Ausgangspunkt für die Bildung der anderen Pedicelliniden-Stöcke an, so wird für diese der Besitz von eingeweidelosen und eingeweideführenden, von knospenden und Geschlechtszellen reifenden Gliedern das Gemeinsame sein. Nach dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse ist von hervorragender und bedeutungsvoller Ungleichheit nur die Vertheilung und Lagerung der Glieder im Stocke, sowie die Gestaltung der einzelnen Stengelglieder. In der ersten Tabelle ist der unterscheidende Fall, dass die Stöcke mit kriechenden Stolonen sich ausbreiten oder solche entbehren vorangestellt; andere Verhältnisse sind für verwandtschaftliche Beziehungen nicht weniger wichtig.

In der ontogenetischen Entwicklung der Pedicelliniden, mag dieselbe auf dem Wege der Knospung oder von dem Ei aus erfolgen, ist, soweit die Beobachtungen reichen, das Stengelglied, welches den Kelch trägt, anfänglich ein in seiner ganzen Länge gleichförmig muskulöses, vergleichbar dem Stiel des Loxosoma. Die Sonderung dieser Strecke in einen muskulösen und einen muskelfreien Abschnitt gehört einer späteren Entwicklungsstufe an; beide lassen sich als holosarcine und merosarcisne Gliedstrecken neben einander stellen und aus einander ableiten.

Rein holosarcin ist Pedicellina, völlig merosarcin Pedicellinopsis, Ascopodaria, Barentsia und Gonypodaria; Urnatella und Arthropodaria nehmen eine Zwischenstellung ein, insofern der Muskelmantel in den gleichmässig dicken Stengelgliedern nicht deren ganze Länge erfüllt.

Zu erwägen ist ferner der bedeutsame Unterschied, welcher in der Art besteht, mit welcher die Kelche getragen werden. Hier stehen die Süsswasser bewohnende Urnatella und die marinen Arthropodaria und Gonypodaria allen übrigen Formen gegenüber, denn bei diesen Gattungen erheben sich linear geordnete Reihen von Gliedern, Phalangarien, wie ich sie gegenüber den einfachen Phalangen nenne, von dem Anheftungspunkte des Stockes und tragen am Endgliede das Nähr- und Geschlechtsthier, während augenscheinlich, wenigstens bei Urnatella und Arthropodaria, die einzelnen Glieder das Vermögen besitzen, Knospen zu

erzeugen, welche vielleicht ähnlich dem Verhalten bei Loxosoma zu selbständigen Lebewesen sich loslösen. Gonypodaria tritt dann durch die rein merosarcine Bildung der Glieder über die beiden anderen Gattungen, welche ich als holosarcin bezeichne, hinaus.

Von diesen Gattungen steht dann die Süsswasserform Urnatella abgesondert da durch die Eigenthümlichkeit ihrer Anheftung mit einer Basalplatte, von welcher zwei Reihen von Stengelgliedern sich erheben, während Arthropodaria und Gonypodaria mit kriechenden, einaxige Schaltstücke führenden Stolonen sich den Gattungen Pedicellina, Pedicellinopsis, Ascopodaria und Barentsia anschliessen, bei denen der Kelch auf dem aufrechten Ausläufer eines mehraxigen Stengelgliedes steht. Wie das Verwandtschaftsverhältnis dieser beiden Gruppen zu einander gedacht werden mag, ist nicht zu sagen, da wir weder von Urnatella noch von Arthropodaria und Gonypodaria die Entwicklungsweise des Stockes kennen; und es denkbar wäre, beide Formen von einem Loxosoma-ähnlichen Thiere abzuleiten oder Arthropodaria und Gonypodaria auf eine Pedicellina-ähnliche Form zurückzuleiten. Will man auf eine Loxosoma-Form zurückgreifen, so würde der Umstand, dass bei einigen Loxosoma-Arten (z. B. L. Phascolosomatum C. Vogt) der Stiel eine verhältnismässig grosse Länge erreicht, dahin deuten können, dass bei solchem Wachsthumsverhältnisse auch eine Gliederung in dem lang werdenden Stiele sich eingestellt habe; dann aber wäre als ein neuer Erwerb die Fähigkeit zu bezeichnen, an den einzelnen Stielgliedern Knospen zu erzeugen, und solche Fähigkeit würde bei Urnatella darin gipfeln, dass das zu einer Platte erweiterte Basalende zwei Reihen aufrecht stehender Glieder trägt.

Arthropodaria lässt sich auf eine Urnatella-Form zurückleiten, wenn man einer solchen gestattet, kriechende Stolonen mit einaxigen Schaltgliedern zu erzeugen. Aber mit gleicher Berechtigung wird man diese Gattung von einer Pedicellina-Form ableiten können, bei welcher ein lang auswachsender holosarcin bleibender Träger Gliederung erhalten hat. Dass man daran durch die Entwicklung merosarcinischer Träger Gonypodaria anschliessen kann, leuchtet ein. Eine solche Auffassung giebt der aufrecht stehenden Gliederreihe eine andere Bedeutung als

den kriechenden Stolonen, welche durch den Besitz der einaxigen Schaltglieder besonders ausgezeichnet sind. Bei dieser Ableitung scheidet Urnatella aus dem näheren Verwandtschaftskreise von Arthropodaria aus, und stellt eine ältere Form dar, welche im Süsswasser die erhaltenden Lebensbedingungen gefunden hat.

Diejenigen Gattungen, welche merosarcine Phalangen besitzen, können, da ihre Jugendformen wohl alle, wie Ascopodaria, holosarcin sind, von Pedicellina abgeleitet werden; das im Laufe der Einzelentwicklung eintretende Längswachsthum des Trägers, der dabei zu einer muskelfreien Strecke auswächst, ist dafür als Abbild eines phylogenetischen Vorganges zu fassen. Neben Pedicellinopsis und Ascopodaria nimmt dann Barentsia dadurch eine besondere Stellung ein, dass an der muskelfreien Strecke des Trägers seitlich Kelche tragende, offenbar durch Knospung hier entstandene Glieder stehen, über deren Bau wir ebensowenig, wie über denjenigen des terminalen kelchtragenden Abschnittes genauer unterrichtet sind. Dass der Träger Kelche am seitlichen Umfange durch Knospung entstehen lässt, ist von Pedicellina echinata bekannt; bei Barentsia erzeugt aber die am Seitenumfange des Trägers auftretende Knospung nicht nur Kelche, sondern reihenweise hintereinander gestellte Stengelglieder mit Kelchen. Das erinnert an die Knospung, welche von den aufrecht stehenden Gliederreihen der Arthropodaria und Urnatella ausgeht; und damit könnte die Vorstellung entstehen, dass hier ein langauswachsender Träger die Fähigkeit erworben oder ererbt hat, Knospen zu erzeugen, welche in den genannten Thieren an einer Reihe von Gliedern entstehen, die vielleicht durch die Gliederung eines langgestreckten Trägers entstanden sind. Bei solcher Zusammenstellung lässt sich Barentsia auf einen Ausgangspunkt zurückführen, welcher demjenigen für Arthropodaria nicht fern stehen mag.

Solche Betrachtung zeigt, dass es zur Zeit mit den Ergebnissen phylogenetischer Speculation in diesem kleinen Kreise nicht gut bestellt ist. Ohne Mühe lassen sich ungleiche Stammbäume aufstellen, deren Werth aber ein sehr zweifelhafter ist. Ein besseres Urtheil über diese Fragen, als wir es zur Zeit geben können, wird durch den gewiss

nicht ausbleibenden Nachweis anderer vermittelnder Formen, oder durch genauere Bekanntschaft mit der Entwicklungsweise der Stöcke zu erreichen sein. Vielleicht giebt in dieser Hinsicht schon einen Fingerzeig eine Untersuchung der Auftreibung, die nach v. Beneden sich in der muskelfreien Strecke des Trägers von Ascopodaria belgica findet, einer Art, welche ich mir leider nicht habe verschaffen können. Und auch die Aussicht ist nach Foettinger's Mittheilungen nicht verschlossen, dass in dem Bau der Kelche noch durchgreifende und maassgebende Unterschiede gefunden werden.

Wenn über die Zusammengehörigkeit der aufgeführten Pedicelliniden zu einander oder über deren gemeinsame Abstammung wohl kein Zweifel herrscht, so sind deren Beziehungen zu anderen Thierkreisen nicht gleichmässig gesichert. Ich habe in einer früheren Arbeit [1]) mich dagegen ausgesprochen, dass die Pedicelliniden als Endoprocta den übrigen Bryozoen als Ectoprocta gegenübergestellt würden, indem ich die Ungleichwerthigkeit der Cirren, wie ich sie jetzt nenne, der Pedicelliniden und der Tentakelkrone der Bryozoen betonte, auch in Kürze zeigte, wie das Lagerungsverhältnis des Afters zum Munde in beiden Gruppen übereinstimme. Mir schien damals eine nähere verwandtschaftliche Beziehung zwischen stoloniferen Bryozoen und Pedicelliniden zu bestehen.

In neuerer Zeit hat Hatschek [2]), allerdings mit Vorbehalt, die »Endoprocta« völlig von den »Ectoprocta« gesondert, die Bezeichnungen, welche ich beanstandete, da sie eine unrichtige Auffassung vom Bau dieser Thiere ausdrückten, dagegen beibehalten. Das veranlasst mich, auf diese Verhältnisse näher einzugehen.

Meines Erachtens schliessen sich die Pedicelliniden im Bau ihrer Nähr- und Geschlechtsthiere durchaus an die Bryozoen im engeren

---

1) Hypophorella expansa, a. a. O. pg. 132.

2) Hatschek, Handbuch der Zoologie, Jena 1888, pg. 40.

Sinne an, sobald man von zwei allerdings bedeutsamen Unterschieden absieht. Als den weniger bedeutsamen möchte ich das Fehlen der Tentakelkrone, wie sie den Bryozoen zukommt, bei den Pedicelliniden, und den Mangel oder die geringe Entwicklung des Cirrenkranzes der Pedicelliniden bei den Bryozoen bezeichnen. Ich halte an der schon früher ausgesprochenen Meinung fest, wonach der Kelchrand mit dem Cirrenkranz der Pedicelliniden bei vielen Bryozoen durch den Kragen vertreten wird, welcher die Basis der ausgestülpten Tentakelscheide umgiebt, und in der Ruhelage zu einer diaphragmatischen Scheibe zusammengelegt den Eingang in diese verschliesst. Ich habe keine Veranlassung gefunden von der Auffassung, dass diese Gebilde gleichwerthig seien, abzugehen. — Andererseits stelle ich zur Erwägung, ob nicht auch für die Tentakelkrone der Bryozoen ein Aequivalent bei den Pedicelliniden sich nachweisen lässt. Nach der Bedeutung für den Nahrungserwerb ist dieser die Atrialrinne an der Kelchwand der Pedicelliniden gleichwerthig; diese aber lässt sich wohl als eine circumorale Wimperrinne auffassen, welche sich vom Munde mit zwei Schenkeln analwärts erstreckt. Setzt man an die Stelle dieser Rinne einen Kranz von wimpernden Fäden, Tentakeln, so erhält man ein Gebilde, welches dem Lophophor der phylactolaemen Bryozoen entspricht; eine Verkürzung dieses Tentakelapparates und seine Beschränkung auf den Umfang der Mundöffnung giebt dann die Tentakelkrone der gymnolaemen Bryozoen. In den Vorgängen der Entwicklung scheint mir nichts enthalten zu sein, was gegen eine Homologisirung der Atrialrinne der Pedicelliniden und des Tentakelapparates der Bryozoen spricht. In beiden Fällen würde der After zu diesen Wimperapparaten die Stellung haben, welche zu der Bezeichnung der Ectoprocten geführt hat. Danach kann die geringe Ausbildung und der Mangel dieser Theile bei Bryozoen und Pedicelliniden die Berechtigung der Annahme von einer Verwandtschaft dieser beiden Gruppen nicht in Frage stellen. Zwei schematische Figuren sollen diese und die weiterhin zu erwähnenden Verhältnisse darstellen.

Fig. I.

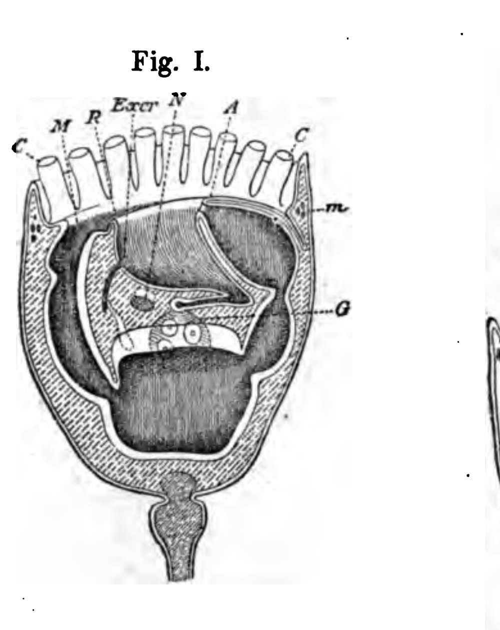


Fig. II.

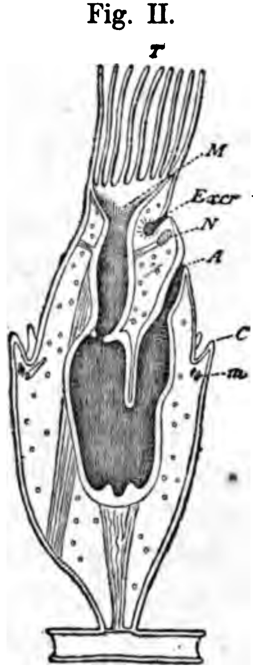


Fig. I. Schematische Darstellung eines in der Symmetrieebene durchschnittenen Pedicellinidenkelches.

Fig. II. Schematische Darstellung eines in der Symmetrieebene durchschnittenen Bryozoon; in den Körper, wie er am nächsten den Verhältnissen der Stoloniferen kommt, sind Excretionsapparat und Nervenknoten eines phylactolaemen Bryozoon (nach Cori) eingetragen.

In Fig. I soll mit den queren gebrochenen Linien die Marksubstanz bezeichnet sein, an deren Stelle in Fig. II perienterische Flüssigkeit die Leibeshöhle füllt. In Fig. I sind die Umrisse der vom Schnitt nicht getroffenen, seitlich von der Medianebene liegenden Theile der Eingeweide mit Punkten bezeichnet.

A After. C Cirren. Excr Excretionsapparat. M Mund. m Fasern des Ringmuskels. N Nervenknoten. R Atrialrinne. T Tentakel.

Ungleich bedeutsamer erscheint dagegen für die Beurtheilung dieses Verhältnisses der Umstand, dass die Bryozoen eine von perienterischer Flüssigkeit erfüllte Leibeshöhle haben, während die Pedicelliniden einen parenchymatösen Leib besitzen.

Wenig berührt hiervon ist der Darmtractus, der nach seiner Gesammtform bei Bryozoen und Pedicelliniden grosse Aehnlichkeit besitzt, wobei allerdings die besondere Ausgestaltung des Vorderdarmes mit der Tentakelkrone bei den Bryozoen, die Bildung des Leberabschnittes mit Magen der Pedicelliniden seine Bedeutung behält; und andererseits die histologisch reichere Ausstattung der Darmwand der Bryozoengegenüber dem einfachen epithelialen Rohr der Pedicelliniden im unmittelbaren Zusammenhang mit der Ausbildung der Leibeshöhle steht.

Dagegen lässt sich auf diesen Unterschied leicht eine Anzahl anderer Verschiedenheiten zurückführen, welche an Bedeutung verlieren, sobald die Wichtigkeit des ersten richtig gewürdigt wird. Die Beweglichkeit, welche den Bryozoen zukommt und die sich in der Verschiebung der Tentakelscheide und -krone kundgiebt, hat die Ausbildung der Leibeshöhle, die Anwesenheit der perienterischen Flüssigkeit zur Vorbedingung. Mit ihr fällt die besondere Ausgestaltung der Muskulatur, sowohl der wandständigen wie der die Leibeshöhle frei durchsetzenden, zusammen. Die Entwicklung dieses Körperabschnittes der Bryozoen, welcher als Tentakelscheide bezeichnet wird, führt in der Gesammterscheinung den auffälligsten Unterschied zwischen Pedicelliniden und Bryozoen herbei. — Der Funiculus und andere Stränge welche die Leibeshöhle der Bryozoen durchsetzen, sind wohl erhaltene Reste der Bindesubstanz, welche den Kelch der Pedicelliniden gänzlich anfüllt. Von Muskeln, welche in beiden Gruppen gleiche Funktion haben und wahrscheinlich auch als homolog zu bezeichnen sind, ist nur der Ringmuskel zu nennen, welcher an der Basis der Cirren bei den Pedicelliniden, am Grunde des Kragens bei den Bryozoen in den eingezogenen Thieren als Schnürmuskel wirkt. Ob die Seitenwandmuskeln der Pedicelliniden irgendwelchen Parietovaginalmuskeln der Bryozoen allgemein homologisirt werden können, lasse ich unentschieden.

In Verbindung mit dem Besitz oder dem Mangel einer Leibeshöhle lassen ferner sich die Besonderheiten des Excretionsapparates und der Geschlechtswerkzeuge bringen.

Seit den Untersuchungen Verworns[1]), welche in jüngster Zeit nach Braem[2]) besonders von Cori[3]) bestätigt und erweitert wurden, wissen wir, dass bei phylactolaemen Süsswasser bewohnenden Bryozoen ein Excretionsapparat sich findet, der aus zwei paarigen Schenkeln und einem unpaaren Ausführungsgange, wie bei Pedicelliniden, besteht und in seiner Lage durchaus mit dem Verhältnisse bei diesen Thieren übereinstimmt, insofern er zwischen Nervenknoten und Mundeingang nach aussen mündet. Damit stimmt dann das von Prouho[4]) bei ctenostomen Bryozoen beschriebene Intertentacularorgan überein, welches auf der Analseite der Tentakelkrone zwischen zwei Tentakelfäden vorspringt, und ein gleichsam ausgestülptes Excretionsorgan darstellt. — Beide Einrichtungen weichen in einem Punkte von dem gleichgestellten Excretionsapparat der Pedicelliniden ab; sie öffnen sich mit grossen Trichtern in die Leibeshöhle, während der Excretionsapparat der Pedicelliniden an der entsprechenden Stelle geschlossen ist.

Dieser Unterschied fällt mit einem anderen zusammen, der den Geschlechtsapparat betrifft: bei den Pedicelliniden keimbereitende Organe in Continuität mit den Ausführungsgängen, mögen die Thiere zwittrig oder getrenntgeschlechtlich sein; bei den Bryozoen unter den gleichen Verhältnissen Keimlager, von denen Ei- und Samenzellen in die Leibeshöhle fallen, um bei den von Prouho untersuchten Ctenostomen von hier durch den zum Intertentacularorgan umgestalteten Excretionsapparat nach aussen befördert zu werden.

Die Unterschiede, welche so im Excretions- und Geschlechtsapparat der Pedicelliniden und Bryozoen erscheinen, spiegeln nur den Unterschied ab, der zwischen dem parenchymatösen Körper und dem Körper mit

---

1) Max Verworn, Beiträge zur Kenntnis der Süsswasserbryozoen. Zeitschrift f. wiss. Zoolog., Bd. 46, pg. 114.

2) Fr. Braem, Untersuchungen über die Bryozoen des süssen Wassers. Zoolog. Anzeiger, Jahrg. 1888, pg. 538.

3) C. J. Cori, Ueber Nierencanälchen bei Bryozoen. S. A. aus „Lotos“ 1891 (sic), Neue Folge, Bd. XI. Prag. 8⁰. M. 1 Taf.

4) Prouho, Comptes rendus Juli 29. 1889. pg. 179. (Ann. and Mag. nat. hist. Ser. VI, Vol. 4, pg. 407).

geräumigen Hohlräumen besteht. Nimmt man aber an diesem keinen Anstand, derartig ungleich gestaltete Thiere als verwandt zu betrachten, so fallen auch die Unterschiede, welche an den beiden Organsystemen vorhanden sind, für die Beurtheilung der Verwandtschaftsverhältnisse wenig ins Gewicht.

Dass aber die Entwicklung eines Leibeshohlraumes in ungleichem Grade, auch wohl in ungleicher Weise bei Thieren sich findet, deren Stammesverwandtschaft, trotz mancher gegentheiliger Behauptung, nicht anzuzweifeln ist, dafür bieten nicht nur die Beziehungen des Peripatus zu den Arthropoden, oder Chiton zu den Mollusken Belege, sondern für unsere Betrachtung noch schlagender die Verhältnisse, welche sich bei Egeln auf der einen Seite, bei den chaetopoden Anneliden auf der anderen Seite finden. An einer Stammesverwandtschaft der discophoren und chaetopoden Anneliden zweifelt heutigen Tages wohl Niemand mehr; bei ihnen treten aber in ganz gleicher Weise wie bei den Pedicelliniden und Bryozoen die Unterschiede auf, dass bei den parenchymatösen Egeln die Excretionsapparate nach innen geschlossen sind, die keimbereitenden Organe in Verbindung mit den Ausführgängen stehen, während bei den chaetopoden Anneliden die Excretionsapparate mit Trichtern in die Leibeshöhle münden, in welche die gereiften Geschlechtsproducte entleert werden. Erhält aber ein Egel geräumige Leibeshöhlen, wie das bei Branchiobdella der Fall ist, den ich nach den sonstigen Zügen seiner Organisation als Egel anderen Anschauungen gegenüber, auffasse, so bildet sich im Anschluss daran der Excretionsapparat mit nach innen geöffneten Mündungen aus.

Wie nun trotz derartiger Unterschiede die Verwandtschaft zwischen Egeln und Borstenwürmern festgehalten wird, hat man auch zwischen Pedicelliniden und Bryozoen verwandtschaftlichen Zusammenhang anzunehmen. Nur insofern besteht in den Ausführungsgängen der Geschlechtsproducte bei Bryozoen und Pedicelliniden ein Unterschied, als bei den ersteren die ausführenden Organe adoral liegen, wie der Excretionsapparat der Pedicelliniden, während diese in den adanal mündenden Genitalcanälen eine Einrichtung besitzen, welche bei den

Bryozoen nicht vorhanden ist. Vielleicht ist diese Einrichtung auf einen anal gelegenen Excretionsapparat zurückzuführen, der bei Bryozoen ganz unterdrückt ist. Ich komme hierauf später zurück.

Ich habe früher die Ansicht ausgesprochen, dass unter den Bryozoen die Stoloniferen in näherer Beziehung als die übrigen zu den Pedicelliniden stehen möchten. Dafür kann ich keine neuen Beweise vorbringen; aber aufmerksam möchte ich auf die grossen Uebereinstimmungen machen, welche sich in der durch Stolonen erfolgenden Stockbildung der beiden Gruppen finden. Dabei aber kann es sich im Einzelnen ganz wohl um die Erscheinungen einer Parallelentwicklung handlen; und ich bin viel mehr geneigt, eine solche in diesen Aehnlichkeiten ausgeprägt zu sehen, als Belege für unmittelbare Verwandtschaften kleinerer Kreise von Bryozoen und Pedicelliniden darin zu finden. Dass die Stengelglieder der Pedicellineen und Stoloniferen eine sehr weitgehende Uebereinstimmung besitzen, bedarf wohl kaum einer weiteren Auseinandersetzung; die Unterschiede, welche darin bestehen, dass die Marksubstanz in den Stolonen der Pedicellineen durch die centralen Oeffnungen der Grenzscheiben zusammenhängt, während bei gewissen Stoloniferen die gleichen Gewebsmassen völlig von einander getrennt werden, oder welche sich als histologische Besonderheiten einer Bindesubstanz in dem einen und anderen Falle darstellen, sind von keinem Belang.

Dass aber darmlose Glieder des Stockes mit eingeweideführenden in bestimmter Regelmässigkeit abwechseln, dass die einen von den anderen durch Knospung erzeugt werden, das ist eine bedeutsame Gemeinsamkeit für beide Gruppen.

Die Entwicklung von Muskelfasern in Strecken von Stengelgliedern, welche so characteristisch für die Pedicelliniden ist, geht den Stoloniferen nicht völlig ab, insofern die darmlosen Glieder der Hypophorella kapselartige Erweiterungen besitzen, die, in gewisser Weise den Sockelbildungen bei Pedicellinopsis, Ascopodaria u. a. vergleichbar, Muskelfasern enthalten; und als ein gleicher muskulöser Bewegungsapparat wohl den Gattungen Mimosella und Triticella, bei welchen die

Nährthiere, und der Gattung Kinetoskias zukommt, bei welcher die Stengelglieder bewegt werden.

Dass bei den Pedicelliniden die Nährthiere terminal an den Stengelgliedern stehen, wiederholt sich unter den Stoloniferen bei den Gattungen Triticella und Hippuraria; die seitliche Einpflanzung der Nährthiere an den Stengelgliedern, vielleicht ein ursprünglicheres Verhältnis auch für die Pedicelliniden und in der seitlichen Knospenanlage oder der schiefen Einpflanzung am Stengelende der terminalen Pedicellinidenkelche, sowie in den seitlichen Knospungen bei Urnatella, Arthropodaria und Barentsia erhalten, ist bei der grösseren Anzahl der Stoloniferen-Gattungen vorhanden.

Dass an einem Stengelgliede mehrere Nährthiere in reihenweiser Anordnung hinter einander entstehen und sich erhalten ist eine Erscheinung, welche einer grossen Reihe von Stoloniferen zukommt; eine Parallelerscheinung dazu bietet unter den Pedicelliniden die Gattung Barentsia und in gewissem Sinne kann man auch die Erscheinung hierherziehen, dass bei Pedicellinopsis mehrere Träger von einem Basalgliede entspringen.

Aber auch zu anderen Gruppen der Bryozoen als zu den Stoloniferen zeigen sich, was die Stockbildung betrifft, von den Pedicelliniden aus Beziehungen. Es ist die Gruppe der Halcyonelliden, welche durch ihre compacten Stöcke und deren Zuwachs durch histolysirte Nährthiere sich auszeichnet, im System nicht mit Unrecht an die Vesiculariden oder im weiteren Sinne an die Stoloniferen angeschlossen. In dieser Hinsicht erscheint es von besonderem Interesse, dass Walter Fewkes[1]) in seiner Ascorhiza occidentalis eine Bryozoenform beschreibt, bei welcher ein Stock, der an die fleischige Masse eines Alcyonidium erinnert, auf der Spitze eines gegliederten und auf Reize lebhaft sich bewegenden Stieles getragen wird, der ganz an die aufrecht stehenden Gliederketten einer Arthropodaria erinnert. Danach scheint hier auf

1) Walter Fewkes, A Preliminary Notice of a stalked Bryozoon (Ascorhiza occidentalis). Annals and Magazin of natural history, Ser. VI, Vol. 3, pg. 1, 1889.

einem muskulösen Stengelgliede eine dicht gehäufte Menge von Nährthieren im Stockverbande zu haften.

Ob noch weitere Beziehungen von den Pedicellineen zu den Bryozoen sich nachweisen lassen, ist zur Zeit unsicher. Zu prüfen sind die eigenartigen Verhältnisse, welche sich unter den Bryozoen bei Chilostomen (z. B. Catenicella, Alysidium, Menipea u. a.) und Cyclostomen (z. B. Crisia, Pasithea) darin zeigen, dass hier im Stocke sogenannte Internodien auftreten, welche sich mit den einaxigen Schaltgliedern in den Stolonen der Pedicellineen insofern vergleichen lassen, als an ihnen durch Knospung Nährthiere nie erzeugt werden. Wenn diese Internodien durch das Auftreten einer Scheidewand am proximalen Ende des Nährthieres abgesondert werden, so liessen sich die Aeteiden mit ihren lang röhrenförmig ausgezogenen Leibern wohl einem Loxosoma in der Hinsicht vergleichen, dass in dem einen wie in dem anderen Falle hier eine Körperstrecke besteht, welcher nur die Bildung einer Scheidewand fehlt, um ganz zu einem Internodium oder einem Stengelgliede umgestaltet zu werden.

Hincks[1]) hat zu den Stoloniferen eine von ihm errichtete Gattung Cylindroecium gestellt; ob mit Recht vermag ich nicht zu entscheiden, da ich diese Thiere nur aus seinen Beschreibungen kenne. In diesen wird aber der Mangel von Scheidewänden hervorgehoben, durch welche die Nährthiere von Stengelgliedern abgesetzt werden. Damit erinnert die Gestaltung der Thiere durchaus an die Aeteiden. Von den dahin gerechneten Arten zeigt nun das Cylindroecium dilatatum in seinen auf der Unterlage kriechenden Strecken solch eigenartige Erweiterungen unter dem Ursprung der aufrecht stehenden Nährthiere, dass man zwischen diese Erweiterungen und die fadenförmigen dünnen Strecken, die von ihnen ausgehen, nur Scheidewände eingeschoben zu denken braucht, um eine Stolonenbildung zu haben, wie sie bei den Pedicelliniden vorkommt.

Solche Verhältnisse scheinen mir für weitere Untersuchungen und

---

1) Th. Hincks, A history of the british marine Polyzoa, 1880, Vol. I, pg. 535.

Betrachtungen über die Verwandtschaftsverhältnisse im Kreise der Bryozoen wichtig zu sein. — Zur Zeit bin ich auf eine Erwähnung aller dieser Bildungen nur eingegangen, weil ich sie von grosser Bedeutung für einen stammverwandtschaftlichen Zusammenhang der Bryozoen und Pedicelliniden halte und dadurch in der Meinung bestärkt werde, dass diese Gruppen nicht weit auseinander zu reissen sind.

Für einige weitere Betrachtungen über die verwandtschaftlichen Beziehungen der Pedicelliniden und der Bryozoen überhaupt greife ich zunächst auf Erscheinungen zurück, welche sich in der Entwicklung dieser Thiere und an den Jugendformen zeigen.

Ich gehe dabei von der Auffassung aus, welche mit Bestimmtheit zuerst meines Wissens für die Bryozoen von Balfour[1]) vorgetragen wurde, dass die Larve der Pedicellina und weiterhin der Bryozoen einer Trochophora oder einer trochophoren Wurmlarve gleichzusetzen ist. Dabei halte ich mich im Besonderen an die Mittheilungen, welche zuletzt Harmer[2]) über den Bau und die Umwandlung der Larve von Pedicellina gemacht hat.

Fassen wir die trochophore Larve allgemein unter dem Bilde eines Doppelkegels auf, welcher am grössten Umfange von einem präoralen Wimperkranze umgürtet wird, so nenne ich jenen Theil, welcher als characteristischen Besitz die Scheitelplatte entwickelt, und welchen Kleinenberg der Umbrellarfläche einer Meduse gleichsetzt, weiterhin das Prorosoma; der von Kleinenberg als subumbrellarer Abschnitt bezeichnete Theil, welcher Mund und After trägt, mag dann als Prymnosoma bezeichnet werden[3]). Die Pedicellinenlarve besitzt ihre Besonderheit in der Ausgestaltung des Prymnosoma, welches die Eigenart des erwachsenen Thieres gewissermaassen gesteigert vorführt. Denn

1) Handbuch der vergl. Embryologie. Uebers. von Vetter. Bd. I, pg. 294.

2) Sidney F. Harmer, On the Life-History of Pedicellina. Quarterly Journal of microscopical Science, Vol. XXVII, New Series, 1887, pg. 239.

3) πρῶρα, ἡ das Vordertheil, πρύμνα, ἡ das Hintertheil eines Schiffes.

dieses Prymnosoma ist hier der typischen Trochophora gegenüber aufs äusserste verkürzt und eingezogen; ja in seiner Entwicklung beginnt es, wie ich zumal die Darstellung Seeligers von der Entwicklung der Pedicellina auffasse, mit der Einstülpung seiner Fläche gegen das Prorosoma hin, oder mit der Ausbildung desjenigen Raumes, der als Vestibulum oder Atrium bezeichnet ist. Auf dieser Fläche liegen wie am Prymnosoma der typischen Trochophora Mund und After. Ein präoraler Wimperkranz grenzt das Prymnosoma gegen das Prorosoma ab, und steht bei den Pedicellinen- und einer Anzahl von Bryozoen-Larven, auf einem ringförmigen Wulste, welcher sich dadurch auszeichnet, dass er bei dem weitesten Zurücktreten des Prymnosoma sich ringförmig über diesem zusammenschnürt, wie in der erwachsenen Pedicellinide der Kelchrand über dem Atrium. Bei vollentwickelten Larven trägt nach Harmers Darstellung das Prymnosoma eine jederseits vom Mund ausgehende, gegen den After verlaufende, von einer Leiste begrenzte Furche, die Lateralfalte Harmers, in welcher ich die Atrialrinne der erwachsenen Thiere sehe. Das Prorosoma der Pedicellina- (und Bryozoen-) Larve enthält wandständige Organe, welche als »Scheitelplatte«, »Saugnapf« oder »Hirn« bezeichnet werden. Harmer deutet ein mittleres Organ als Hirn, neben welchem eine bewimperte Grube und ein Saugnapf stehen sollen; eine Bildung, welche in dieser Vertheilung an die unpaare und die paarigen Anlagen erinnert, die nach Kleinenbergs Angaben im Prorosoma der Trochophora von Lopadorhynchus am Aufbau des Hirnes dieser Annelide sich betheiligen.

Beim Uebergange aus dem freischwärmenden Larvenleben in den sesshaften Zustand erfolgt bei allen diesen Thieren die Anheftung zunächst mit der Fläche des Prymnosoma oder mit dem ringförmigen Flimmerwulste, welcher sich über ihm zusammengezogen hat. Bei der dann folgenden Entwicklung spielen die Vorgänge der Histolyse und der Knospung überall, wenn auch in sehr ungleicher Ausdehnung, eine bedeutsame Rolle und verlangen bei der morphologischen Deutung der Thatsachen besondere Berücksichtigung.

Aus der Darstellung des Entwicklungsganges der Pedicellina, welche

wir Harmer verdanken, treten uns die Erscheinungen, welche am Körper der mit dem Prymnosoma festgesetzten Larve erfolgen, am besten entgegen. Unter ihnen scheint die auffallendste zu sein, dass im Körper der Larve bei der nun eintretenden Umwandlung eine derartige Umlagerung erfolgt, dass aus dem Prymnosoma Mund und After gegen das Prorosoma verschoben werden. Der Vorgang ist von anderen Autoren selbst derartig aufgefasst, dass der aus seiner alten Verbindung gelöste Darm innerhalb der Körperwandung eine Drehung erleide und damit seine Lagebeziehung zu dieser völlig verändere.

Wiewohl histolytische Vorgänge, die zu dieser Zeit im Inneren des Larvenkörpers eintreten, und die Anwesenheit einer, später schwindenden, Leibeshöhle die Möglichkeit einer solchen Umlagerung gestatten würden, scheint mir der Vorgang doch eine andere Deutung zuzulassen. Das junge, sich festsetzende Thier wird nämlich gleichzeitig gestielt. Diesen Vorgang fasse ich als die Bildung einer ersten Stolonenknospe auf, welche den Stiel des jungen Thieres darstellt, der bei Loxosoma dauernd diese Gestalt behält, bei den Pedicellineen aber später in das erste Stengelglied, den Träger des Kelches übergeht. Dieses Glied nimmt am seitlichen Umfange des Prorosoma seinen Ursprung.

Bei Pedicellina enthält nach Harmers Abbildung der als Knospe auftretende Stiel einen Fortsatz der primären Leibeshöhle. Während sie sich in die Länge streckt, schiebt sich die Gegend des larvalen, nun geschlossenen Vestibulum von der Anheftungsfläche anfänglich seitwärts und dann aufwärts; dies ist augenscheinlich eine, wohl durch die Wachsthumsvorgänge am Stiele hervorgerufene Lageveränderung, an welcher nicht nur der Darm, sondern auch die Wandungen des Vestibularraumes theilnehmen, wie das am besten die Umlagerungen zeigen, die sich an dessen »Seitenfalten« (Harmer) vollziehen. Der wachsende Stiel aber verliert seinen Hohlraum und in ihn rücken nach Harmers Angaben die Theile, welche anfänglich im Kopfkegel lagen, und von denen in der Figur 10 besonders das »Hirn« hervorgehoben ist.

Nach dieser Auffassung wäre der erste Ursprung des Stieles oder der ersten Knospe auf den seitlichen Umfang des Prorosoma zu verle-

gen, von hier aber würde der Träger bei weiterem Wachsthum mehr und mehr auf dessen Fläche rücken. Somit passen hierher auch die Worte Balfours [1]), wonach die Larve der Bryozoen eine Trochophora ist, »die sich im fertigen Zustande mit dem Ende ihres präoralen Lappens festsetzt«. Dass die Bildung des Trägers vom präoralen Abschnitt der Larve, vom Prorosoma, und nicht nur von dessen Randtheile ausgeht, wird durch v. Benedens [2]) Angabe über die Verwandlung der Larve von Ascopodaria belgica bestätigt; denn hier soll noch während des Umherschwärmens der Larve der Träger von diesem Abschnitt des Larvenkörpers durch Auswachsen an einem centralwärts gelegenen Orte hervorgehen. Dass auch andere sessile Thiere, wie die Cirripedien, ihre Anheftung mit einem Kopfabschnitte bewerkstelligen, hat schon Balfour hervorgehoben. Will man die Trochophora einer Meduse gleichsetzen, so liegt es ja nahe daran zu erinnern, dass es Medusen giebt, welche sich mit der Umbrella anheften.

An diese Auffassung schliessen sich andere Deutungen an. Das Prorosoma der Pedicellina-Larve enthält Organe, welche, wie ich oben angegeben habe, an die Anlagen erinnern, aus welchen nach Kleinenbergs Angabe in der Umbrella der Trochophora des Lopadorhynchus das Hirn dieser Annelide ganz oder zum Theil hervorgeht, und von denen eines von Harmer unmittelbar als »Hirn« bezeichnet wird. Alle diese Bildungen aber gehen bei dem Auswachsen der Larve zur fertigen Pedicellinee zu Grunde, und in dieser entsteht der Nervenknoten erst erheblich später und unabhängig von dem »Hirn« der Larve durch selbständige Bildung im Prymnosoma zwischen Mund und After. Das entspricht dem Vorgange, mit welchem bei Anneliden das Bauchmark unabhängig vom Hirn in dem Rumpfkegel, dem Prymnosoma der Larve sich anlegt. Dann aber ist nicht mehr zu bezweifeln, dass auch

---

1) Balfour a. a. O., pg. 294.

2) P. J. v. Beneden, Recherches sur l'anatomie, la physiologie .... des Bryozoaires. Histoire nat. du genre Pedicellina. Nouveaux Mémoires de l'Acad. roy. de Bruxelles, T. XIX, 1845, pg. 20.

entwicklungsgeschichtlich in dieser Hinsicht der Nervenknoten der Pedicellineen dem Bauchmarke der Anneliden gleichzusetzen ist, wie er seinen Ursprung im Prymnosoma des jungen Thieres findet, eine Auffassung, welche durch die Betrachtungen des Organs im anatomischen Theile nahe gelegt wurde. — Das Homologon eines »Hirns«, wie es aus einer Scheitelplatte oder im Anschluss an eine solche im Prorosoma einer Trochophora entsteht, fehlt dann den Pedicelliniden und, wie ich weiter hinzufüge, den Bryozoen.

Findet bei dieser Umwandlung der Pedicellinee eine Verschiebung des Vestibularraumes statt, so rückt dieser im geschlossenen Zustande an die Stelle, welche das Atrium im erwachsenen Thiere besitzt. Ich halte das Atrium danach nur für eine Weiterbildung des Vestibulum der Larve. Der Eingang in das eine ist dem in das andere gleichzusetzen, wenigstens sind beide in offenbar gleicher Weise verschliessbar. Nun übernehmen am atrialen Eingange die hier nach einander hervorwachsenden Cirren mit dem Besatz ihrer Flimmerhaare den Theil der Aufgabe der Cilien am Vestibularrande, welcher darin besteht, Nahrung herbeizuführen; der Cirrenkranz umschliesst dann die ganze Fläche des Prymnosoma, auf welcher sich Mund und After, sowie die dazwischen eingeschobenen Organe befinden. Ich führe daher den Cirrenkranz auf eine präorale Wimperschnur der Trochophora zurück und stimme in dieser Auffassung, wenn ich ihn recht verstanden habe, mit Harmer überein. — Die wimpernden Furchen, die Seitenfalten Harmers, welche in der Larve auf dieser Fläche standen, sind dann in die Atrialrinne des erwachsenen Thieres übergegangen; ich fasse sie als eine circumorale Wimperschnur auf.

Die nebenstehenden schematischen Figuren III und IV sollen diese Verhältnisse zur Anschauung bringen. Trägt man in Fig. IV Nervenknoten und Geschlechtsapparat, die hier als unentwickelt angenommen sind, an ihren Ort ein, so erhält man ein Schema für die Körperform von Loxosoma.

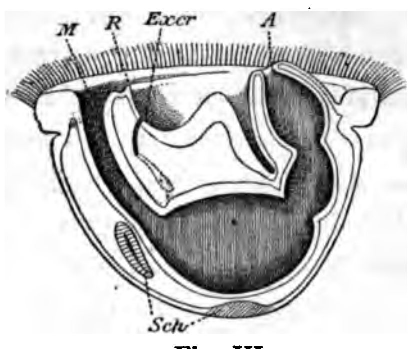


Fig. III.

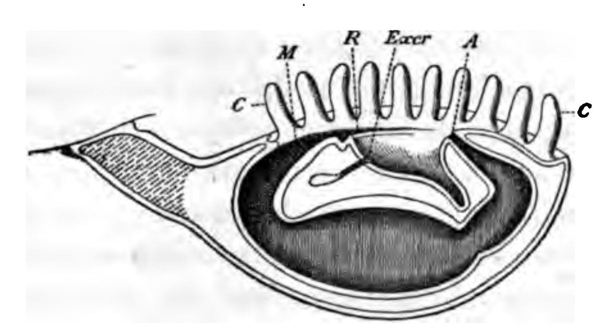


Fig. IV.

Fig. III. Schematische Darstellung einer schwimmenden Pedicellineen-Larve in der Symmetrieebene durchschnitten.

Fig. IV. Schematische Darstellung einer festsitzenden Pedicellineen-Larve in gleicher Weise durchschnitten; im Prorosoma sind die in Fig. 2 mit Sch. bezeichneten Organe weggefallen, die Leibeshöhle wird vom Stiel an, der als Knospe entstanden ist, parenchymatös; der Cirrenkranz ist gebildet, der Nervenknoten und Geschlechtsapparat ist im Prymnosoma noch unentwickelt. Die Körpergestalt entspricht der von Loxosoma.

A After. C Cirren. Excr Excretionsorgan. M Mund. R Atrialrinne. Sch Scheitelorgane.

Die Entwicklungsvorgänge, welche bei Bryozoen von der freischwimmenden Larve zur Bildung des festsitzenden Thieres hinüberführen, stimmen insofern mit denjenigen bei den Pedicelliniden überein, als auch die Bryozoenlarve anfänglich mit einer Fläche sich anheftet, welche dem Prymnosoma entspricht. Weiterhin aber gehen, indem offenbar die Histolyse hier eine grössere Rolle als bei den Pedicelliniden spielt, die von der Metamorphose der Bryozoenlarven bekannt gewordenen Thatsachen einen anderen Gang als bei den Pedicelliniden und es entwickeln sich erst jetzt die Theile, welche bei den Pedicelliniden aus dem Larvenleben in das erwachsene Thier hinübergenommen werden. Die bei der einen und der anderen Gruppe erscheinenden Vorgänge mit Sicherheit auf einander zurückzuführen, ist um so schwieriger, als die Angaben der Autoren, welche darüber gearbeitet haben, nicht unerheblich von einander abweichen. Beachtenswerth erscheint mir, dass in keiner Bryozoenlarve bis jetzt die »Seitenfurchen«, welche im Vesti-

bularraum der Pedicelliniden-Larve bestehen, beobachtet sind. Gesichert erscheint mir ferner, dass die Tentakelkrone der Bryozoen ihre Entwicklung mit der Anlage des Vorderdarmes findet, und bei ihrem ersten Auftreten bereits die Stellung zur Mundöffnung hat, welche ihr bei den erwachsenen Bryozoen zukommt, also nicht einen Atrialraum ringsum umfasst, in welchen Mund und After zugleich hineinmünden; dagegen wohl auf eine Einrichtung zurückbezogen werden kann, wie sie als eine circumorale Wimperschnur die Atrialfurche der Pedicelliniden vorstellt. Dies unterscheidende Verhalten tritt auf den Figuren hervor, mit welchen Barrois[1]) die Jugendformen von Pedicellina und Lepralia neben einander gestellt hat. — Für die Stellung der Pedicelliniden zu den Bryozoen lehrt uns zur Zeit die Kenntnis der Entwicklungsgeschichte wohl Nichts, was nicht aus dem anatomischen Verhalten der erwachsenen Formen abzuleiten wäre. Danach ist die Ausbildung des Prorosoma beiden Gruppen gemeinsam; bei Pedicellina verharrt das Mund und After tragende Prymnosoma auf einfachster Stufe, bei den Bryozoen findet auf ihm mit der Entwicklung der Tentakelkrone die Ausgestaltung zur Tentakelscheide statt.

Die Besonderheit eines solchen Entwicklungsganges kommt bei beiden Gruppen, welche sessile Thiere enthalten, in der Kürze des Körpers zum Ausdruck. Danach könnte man sie, um ihre Stellung zu den Würmern zu kennzeichnen, als Brachyscolecida zusammenfassen, die Pedicelliniden als Brachyscolecida cirrata den Bryozoen als Brachyscolecida tentaculata gegenüberstellen.

Ich reihe hier die Betrachtung der an die Bryozoen angeschlossenen Gattungen Cephalodiscus und Rhabdopleura an.

Cephalodiscus, den ich durch die Güte des Herrn Mc' Intosh aus eigner Anschauung kennen lernte, ist einerseits von diesem mit Pedicellina, Rhabdopleura und Phoronis, andererseits von Harmer mit Balanoglossus in Verbindung gebracht. Diese letzte Zusammenstellung

1) Annales des sciences naturelles. Zoolog., Ser. VII, T. 1, Pl. 4.

scheint mir eine sehr wenig glückliche zu sein. Ich finde keine Veranlassung, auf eine besondere Kritik derselben einzugehen.

Anders steht es mit der Auffassung, dass Cephalodiscus zu den in erster Linie genannten Thieren Beziehungen besitze, und unter diesen scheint mir nicht die Gattung Pedicellina, wohl aber die Gruppe der Pedicelliniden, insofern diese Loxosoma umschliesst, besonders beachtenswerth.

Zwischen Cephalodiscus und den Pedicelliniden wird vielfache Uebereinstimmung nachzuweisen sein, wenn man auf die Larvenform der Pedicellina einerseits, auf das einzellebende Loxosoma andererseits eingeht. Dann ist am Körper des Thieres zunächst eine Scheidung in Stiel und Leib zu beachten; es dient der Stiel zur Befestigung des Thieres, ist aber vom übrigen Körper nicht weiter abgesetzt; Verhältnisse wie wir sie von Loxosoma kennen und deren Uebereinstimmung dadurch noch grösser wird, dass bei beiden Formen der Leib der Thiere schief auf dem Stiele befestigt ist und der Mund dabei der Anheftungsstelle näher liegt als der After.

Fehlt dagegen der Kranz der Cirren, welche die Pedicelliniden besitzen, dem Cephalodiscus, so ist das ein Mangel, welcher auf einem Verharren auf früher Entwicklungsstufe zurückzuführen ist und insofern die Bildung vorführt, welche die Larvenform der Pedicelliniden besitzt.

Auf der freien Oberfläche des Cephalodiscus grenzt sich durch Mund- und Afteröffnung, die bei dem eudipleuren Thiere in der Symmetrieebene liegen, ein Bezirk ab, welcher der Kelchdecke der Pedicelliniden, dem Boden des Atrium, entspricht, insofern auf ihm symmetrisch zur Medianebene gestellt in gleicher Reihe zwischen Mund und After gelagert sind: die »Kopfporen«, d. h. die Excretionsapparate, das Centrum des Nervensystems, die Mündungen des Geschlechtsapparates. Eine Besonderheit zeigt sich dagegen in der Ausgestaltung dieser Fläche und in dem Besitz der grossen Tentakeln. Diese Verhältnisse sowie die Besonderheiten der inneren Organisation erörtere ich hier von dem Gesichtspunkt aus, dass Cephalodiscus sich den Pedicelliniden, oder allgemein den Brachyscoleciden anschliessen lasse, etwas näher.

Die Körperdecke des Cephalodiscus trägt keine Cuticula, wie die ausgebildete Pedicelline; Mc' Intosh spricht sogar die Vermuthung aus, die Körperoberfläche möge im Leben Cilien getragen haben. Dagegen ist die ectodermale Epitheldecke offenbar der Ort, von welchem der eigenthümliche Stoff stammt, der die Röhren der Thiere bildet. Hier wäre danach der gesammten Körperoberfläche eine Thätigkeit vorbehalten, welche bei Ascopodaria nur einem gürtelförmigen Streif unterhalb des Kelchrandes zukommt, und nur in solcher Weise, dass der ausgeschiedene Stoff nicht fest wird. Es mag auch daran erinnert werden, dass Süsswasserbryozoen, welche wohl als »Gallertformen« bezeichnet sind (Lophopus, Pectinatella, Cristatella) statt der derben Cuticula anderer Bryozoen eine ablegbare Hülle ausscheiden.

Cephalodiscus besitzt in seinem Leibe zusammenhängende, zum grössten Theil von den Eingeweiden ausgefüllte Hohlräume, welche sich jedoch nicht in den von compacter Gewebsmasse erfüllten Stiel hinein erstrecken. Dass diese Hohlräume von einem Peritonaeum ausgekleidet sind, habe ich an meinen Präparaten nicht gesehen, Harmer beschreibt aber Dissepimente, die wohl mit der Ausbildung eines Peritonaeum zusammenhängen mögen. Von der erwachsenen Pedicellinide weicht Cephalodiscus dadurch ab; mit der Entscheidung über die Frage, ob bei ihm ein Peritonaeum besteht, wird weiter festzustellen sein, ob die Leibeshohlräume der Körperhöhle entsprechen, welche in der jungen den Stiel bildenden Pedicelline sich in deren Leibe findet, während der Stiel schon compact ist, oder ob die Körperhöhle und die Dissepimente ähnlichen Bildungen bei Bryozoen gleich zu setzen sind; ob also in dieser Hinsicht Cephalodiscus den Pedicelliniden gegenüber ein Verharren auf niederer Stufe oder wie die Bryozoen mit der Ausbildung eines Peritonaeum eine steigende Entwicklung aufweist. Für die Meinung, nach welcher der Stiel des Cephalodiscus dem Träger eines Loxosoma oder einer jungen Pedicelline zu vergleichen ist, spricht die Uebereinstimmung beider darin, dass in ihnen in ähnlicher Weise neben einer bindegewebigen Axe sich eine Schicht längslaufender Muskelfasern entwickelt.

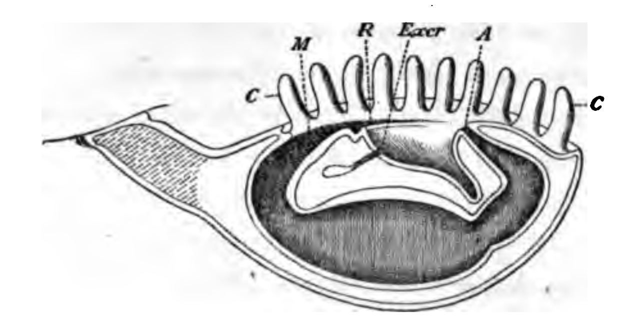


Fig. V.

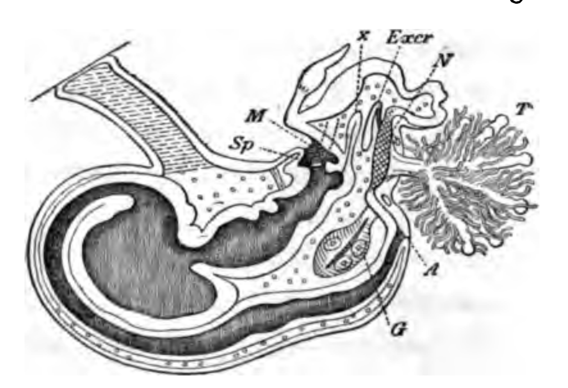


Fig. VI.

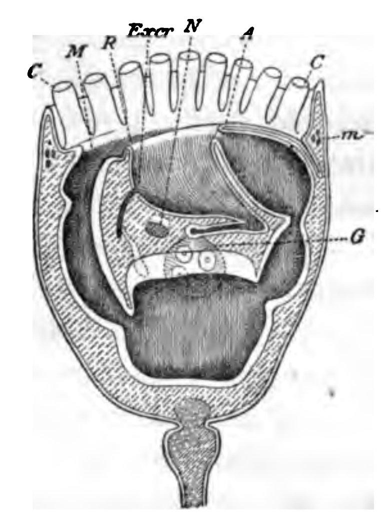


Fig. VII.

Fig. V. Schematische Darstellung des Medianschnittes einer festsitzenden Pedicelliniden-Larve vor Ausbildung des Nervenknotens (Loxosoma-Form).

Fig. VI. Schematische Darstellung eines median durchschnittenen Cephalodiscus, mit Zugrundelegung von Figuren, welche Mc' Intosh und Harmer gegeben haben.

Fig. VII. Schematische Darstellung einer median durchschnittenen Pedicellinide.

A After. C Cirren. Excr Excretionsapparat, G Geschlechtsapparat. M Mund. m Fasern des Ringmuskels. N Nervencentrum. Sp. (in Fig. VI bei Cephalodiscus) Schlundspalte. T Tentakel. x Organ unbekannter Bedeutung bei Cephalodiscus.

Gleicht solchergestalt Cephalodiscus einem Loxosoma oder einer jungen Pedicellina, so lassen sich die augenfälligen Unterschiede in der Mund und After tragenden Fläche zwischen Cephalodiscus und einer jungen Pedicellina, welche durch die Bildung des »Rüssels« oder »Buc-

calschildes« erzeugt werden, etwas ausgleichen, wenn man an den von mir beschriebenen Zustand der Ascopodaria macropus denkt, in welchem die zwischen Mund und After liegende Strecke der Kelchdecke hoch über das Atrium hervorgetrieben ist, oder an die Gestalt der von Hatschek abgebildeten Pedicellinen-Larve, in welcher die gleiche Körperstrecke sich über die Ebene des Kelcheinganges erhebt. Ein solcher Vergleich lässt sich dadurch rechtfertigen, dass in diesen »Buccalschild« hinein sich die allgemeine Leibeshöhle fortsetzt und in ihm Excretionsorgane und Nervensystem, ähnlich wie unter dem Bereich der Kelchdecke einer Pedicelline liegen. Wenn bei Cephalodiscus der Afterkegel fehlt, so ist das ein Zustand, den wir bei der Pedicellinen-Larve finden, und vielleicht mag die zur Bildung des »Buccalschildes« führende Vorstülpung der Kelchdecke der Erhebung des Enddarmes zu einem Afterkegel entgegen wirken.

Ist diese Auffassung zulässig, so entspricht sich die relative Lagerung des nervösen Centrum bei Cephalodiscus und Pedicellina, nun allerdings mit dem wohl nicht schwer wiegenden Unterschied, dass das »Hirn« von Cephalodiscus völlig im Epithel, der Nervenknoten von Pedicelliniden in der Tiefe des Körpers im Bindegewebe liegt; gewiss hängt damit zusammen, dass das erstere flächenhaft ausgedehnt, das andere compact und eng begrenzt ist. In der epithelialen Lagerung tritt uns aber wieder eine Bildung entgegen, welche bei den Pedicelliniden in der Jugend vorübergehend vorhanden, da hier der Nervenknoten aus dem Epithel stammt und mit seiner Ausbildung aus diesem in die tiefe Lage verschoben wird. Die grössere Ausdehnung des Nervencentrums bei Cephalodiscus mag dann mit der grösseren Ausbildung zusammenfallen, welche diese ganze Fläche hier gefunden hat.

Die als »Kelchporen« bezeichneten Oeffnungen führen nicht, wie das von Harmer in dem Holzschnitt Fig. 2 dargestellt ist, unmittelbar in die Leibeshöhle hinein, sondern jeder Kelchporus gehört als Mündung zu einem von Epithel ausgekleideten Canal, der in einen weiteren sackförmigen mit Epithel ausgekleideten Endabschnitt hinübergeht. Hält man an der von mir vorangestellten Auffassung fest, so

schliesst sich daran die andere, dass die »Poren« Oeffnungen eines Excretionsapparates sein möchten. Dass diese Excretionsapparate gesondert und nicht, wie bei den Pedicelliniden, mit gemeinsamem Ausführungsgange münden, fällt wohl mit der gleichen Mündungsweise des Geschlechtsapparates zusammen. Auffallend erscheint dagegen, dass die Durchbrüche der Ausführungsgänge durch die Körperwand die dieser angelagerte Nervenschicht durchsetzen. In der flächenhaften Ausbreitung des epithelialen Nervenapparates mag das begründet sein.

Der Geschlechtsapparat stimmt, abgesehen von den getrennten Mündungen seiner beiden Hälften nach aussen und der eigenartigen Pigmententwicklung, in Lage wie Gestaltung mit dem der Pedicelliniden überein. Auch darin, dass die abgelegten Eier eine stielartig ausgezogene Hülle besitzen, mit welcher sie befestigt werden, ähnelt Cephalodiscus den Pedicelliniden.

Der Mangel eines den Pedicelliniden zukommenden unpaaren gemeinsamen Ausführungsganges an den Excretions- wie Geschlechtsapparaten bei Cephalodiscus fällt bei diesem Vergleiche wohl nicht schwer ins Gewicht und kann mit der grösseren Flächenentwicklung der gleichen Körperstrecke bei Cephalodiscus im Zusammenhang stehen.

Ausgezeichnet ist nun aber Cephalodiscus durch die paarigen grossen Tentakel, welche vom »Buccalschilde« als zwei Stämme abgehen und sich reich verästeln. Sie haben ihres Gleichen bei den Pedicelliniden nicht. Auf der analwärts gewendeten Fläche des Buccalschildes im Bereiche des Nervenknotens erhebt sich jederseits neben der Symmetrieebene ein kurzer hohler Stamm, dessen Binnenraum mit der allgemeinen Leibeshöhle in Verbindung steht; er giebt sechs hohle Zweige ab, welche an ihrem freien Ende mit einer Anschwellung enden, an ihren Seiten der Länge nach mit gleichfalls hohlen schlanken, etwas steifen Fäden einzeilig besetzt sind. Nach den mir vorliegenden Präparaten muss ich annehmen, dass alle Verzweigungen des vom Buccalschilde ausgehenden Stammes einen frei zusammenhängenden Hohlraum haben, in welchen die im Leben gewiss nicht fehlende perienterische

Flüssigkeit eintreten kann. Die Wand dieser Hohlgebilde erinnert in ihrer Structur sehr an den Bau der Tentakeln der Bryozoen, insofern in beiden Fällen eine structurlose feste Membran, welcher von Mc' Intosh für Cephalodiscus, im functionellen Sinne gewiss mit Recht, skelettale Bedeutung beigelegt wird, die Grundlage bildet, auf welcher nach aussen das Epithel liegt; ob die innere Fläche dieser auffallenden Stützlamelle bei beiden Gruppen gleiche Gewebe trägt, mag ich nicht entscheiden.

Die knotenförmige drüsenreiche Anschwellung mit welcher jeder der zwölf Zweige ausläuft, vergleicht Mc' Intosh mit der terminalen Anschwellung auf der Tentakelspitze einer Coryne. Ich meine, es liegt näher, hier zum Vergleich den Apparat heranzuziehen, welcher an den Enden der Tentakeln der tubicolen Annelide Filigrana steht, und den man, meines Erachtens mit Unrecht, als Auge bezeichnet hat, während es sich zum Theil wenigstens um einen Drüsenapparat handelt.

Von den englichen Forschern ist dieser Tentakelapparat als ein lophophorer bezeichnet und damit auf einen Zusammenhang desselben mit dem Tentakelapparat der Bryozoen, besonders der phylactolaemen, sowie demjenigen bei Rhabdopleura hingewiesen. Dass eine Anzahl von Aehnlichkeiten zwischen beiden Organsystemen sich herausstellt, will ich zugeben. Dass aber, wie die Homologien weiter geführt sind, der »Buccalschild« zum Epistom der phylactolaemen Bryozoen zu stellen sei, dafür scheint mir zur Zeit ein Beweis noch nicht vorzuliegen. Deutet man den Körper eines Cephalodiscus nach dem Schema einer Pedicellina aus, so stehen die Tentakelstämme in demjenigen Bereich, welcher bei diesen Thieren von der Atrialrinne eingenommen wird, können danach also auch als eine Modification der Bryozoen-Tentakel gedeutet werden.

Am Darmcanal des Cephalodiscus erkennt man in den zu unterscheidenden Abschnitten leicht die Strecken wieder, welche dem Darm der Pedicellinen zukommen; seine Lagerung stimmt aber nicht völlig mit derjenigen des Darmtractus von Pedicellina überein. Uebereinstimmung würde dagegen erreicht, wenn man sich eine drehende Verschiebung im Körper des Thieres vorgenommen denkt, mit welcher der Stiel

abwärts gerückt, der Magen aber und der Enddarm aufwärts geschoben wird; dabei würde der Enddarm in die Stellung des Afterkegels der Pedicelliniden rücken, die jetzt dem Pylorus gegenüber liegende Fläche des Magens unter die Kelchdecke geschoben werden in die Stellung, welche dem Leberabschnitt des Magens der Pedicelliniden zukommt. (Vergl. Fig. VI und VII, pg. 167). Dass diese Wandstrecken des Magens von Cephalodiscus und einer Pedicelline sich entsprechen könnten, dazu brachte mich die Wahrnehmung, dass auf ihr bei Cephalodiscus ein hohes Epithel steht, welches in ähnlicher Weise auf meinen Präparaten beschädigt war, wie im Magen der Ascopodaria macropus die Leberstrecke, wenn die Thiere nicht mit Sorgfalt abgetötet und gehärtet waren. So dürfte in diesen Theilen des Körperbaues kein Hindernis bestehen, Cephalodiscus an die Pedicelliniden anzuschliessen.

Ganz eigenartig aber ist bei dem Thiere die Bildung der spaltförmigen Durchbrechungen, welche vom Schlunde durch die Körperwand hindurch nach aussen führen. (Fig. VI, pg. 167, X). Die Existenz dieses Spaltenpaares ist nach meinen Präparaten durchaus nicht zu bezweifeln; ich kann hinzufügen, dass in den Spaltraum hinein ein Paket einzelliger Drüsen mündet; jede einzelne Zelle stösst mit einem langen fadenförmigen Theil an die Fläche der Spaltöffnung und trägt in dem keulenförmig erweiterten Endstück einen Kern. — Für diese Bildung kenne ich im Kreise der Pedicelliniden Nichts Aehnliches; und weiss ebensowenig morphologisch das Gebilde zu deuten, welches von der Schlundwand aus gegen den Buccalschild sich wendet (Fig. VI, pg. 167, X) und von den englischen Forschern als »Notochord« bezeichnet wird. — Aber auch davon kann ich mich nicht überzeugen, dass diese Bildungen den Kiemenspalten des Balanoglossus oder jener Bildung gleichzusetzen seien, welche von Bateson bei diesem Thiere als »Notochord« bezeichnet ist.

Ausser Acht zu lassen sind aber diese Bildungen nicht, wo es sich um die Discussion der Abstammung oder Verwandtschaft des Cephalodiscus handelt.

Mit Cephalodiscus ist die Gattung Rhabdopleura (Sars), welche an-

dererseits zu den Bryozoen gestellt wurde, in verwandtschaftliche Verbindung gebracht. Ueber dieses Thier urtheilen wir jetzt nach den Untersuchungen von Ray Lankester [1]) anders als nach den Angaben, welche von den ersten Beschreibern darüber gemacht wurden. Für die Betrachtungen, denen ich hier nachgehe, ist die Darstellung Ray Lankesters von grosser Bedeutung, nach welcher die Röhren, in denen das Thier lebt nicht, wie die frühere Meinung war, der Körperwand angehören, sondern ein in ringförmigen Abschnitten gebildetes Ausscheidungsproduct des Thieres sind, und dass der früher dem Funiculus einer Bryozoe verglichene Strang, welcher Contractilität besitzt, eine Verlängerung des Thierkörpers ist, in welcher eine feste Axe von Muskelfasern umgeben wird. Danach kann die Röhre recht wohl dem offenbar ebenfalls schichtweise aufgebauten Gehäuse des Cephalodiscus, und weiter den gallertigen Ausscheidungen gewisser Bryozoen verglichen werden. Der früher einem Funiculus verglichene Strang, Gymnocaulus Lankesters, entspricht dann dem Stiel eines Loxosoma oder, da an ihm Knospen auftreten und zur Stockbildung Veranlassung geben, Stolonengliedern, mit welchen Pedicellineen und stolonifere Bryozoen zur Stockbildung befähigt sind; von der Stockbildung dieser Thiere unterscheidet sich Rhabdopleura aber durch den Mangel von darmlosen Gliedern und Schaltgliedern. —

Die Gesammtform des Darmes einer Rhabdopleura weist gleichfalls in den Kreis der Pedicelliniden und Bryozoen; die paarigen Tentakeln, Hohlgebilde mit einer starren Stützmembran, wie sie den Tentakeln der Bryozoen und des Cephalodiscus eigen ist, deuten auf weitere Aehnlichkeiten mit diesen Thieren; so liegt es nahe, auch das Gebilde, von welchem die Tentakeln ausgehen, dem Buccalschild des Cephalodiscus oder in weiterer Deutung dem Lophophor von Bryozoen gleichzustellen. — Nur über einen, allerdings sehr bedeutungsvollen Punkt haben wir

---

1) E. Ray Lankester, A Contribution to the Knowledge of Rhabdopleura. Quarterly Journal of microscopical Science, Vol. XXXIV, New Ser., 1884, pg. 622.

noch keinen Aufschluss. Das ist das Nervensystem. Seine Kenntnis wird uns der Entscheidung in diesen Fragen näher bringen.

Mit diesem Vorbehalte möchte ich zunächst abschliessend zusammenfassen, dass der einzellebende Cephalodiscus wie die stockbildende Rhabdopleura, beides sessile Thiere, an die Pedicelliniden und Bryozoen anzureihen sind. Das schliesst dann die Auffassung ein, nach welcher auch bei diesen Thieren das Prorosoma die Anheftung übernimmt und die Eingeweide birgt, während die Entwicklung des Prymnosoma zurückbleibt. »Buccalschild« und Tentakeln gehören danach nicht einem Kopfabschnitt an, welcher auf ein Prorosoma zurückgeht. Ich trete damit in Gegensatz zu der von Ray Lankester[1]) ausgesprochenen Ansicht, in welcher das »Buccalschild« als eine Kopfbildung (»cephalic«) bezeichnet wird. Darin stimme ich dem englischen Forscher bei, dass dieser Abschnitt nicht dem Molluskenfusse, wie er das früher darzulegen versucht hatte, zu identificiren ist.

Habe ich Pedicelliniden und Bryozoen als Brachyscolecida cirrata und tentaculata vereinigt, so liessen sich diese beiden Gattungen als Brachyscolecida branchiata daran anschliessen; beide Formen sind cirrenlos, die eine von ihnen bleibt singulär, während die andere stockbildend ist. Ihr phylogenetischer Ausgangspunkt ist zunächst wohl als ein gesonderter zu betrachten; ihr gemeinsamer Ursprung dürfte sehr weit zurück liegen. Das gilt besonders mit Rücksicht auf die Bildungen des Cephalodiscus.

Mit diesen Auffassungen von Pedicelliniden und Bryozoen trete ich in Gegensatz zu den früher von mir vorgetragenen Meinungen[2]) von der Morphologie dieser Thiere. Wenn ich damals auf deren Zusammenhang mit den Gephyreen hingewiesen habe, so glaube ich auch jetzt noch, trotz einer derartig umgestalteten Auffassung, für einen verwandtschaftlichen Zusammenhang dieser Thierkreise mich aussprechen zu sollen. Die Dinge verlangen dann allerdings eine andere Deutung.

1) The Encyclopaedia Brittanica, Vol. 19, (Polyzoa), Edinburgh 1885, pg. 434.
2) Hypophorella a. a. O.

Um das zum Ausdruck zu bringen, gehe ich zunächst auf die Besprechung einer Thierform ein, welche bald mit den Brachyscoleciden, bald mit den Gephyreen in Verbindung gebracht ist. Das ist die Gattung Phoronis. Meine Erörterungen darüber fussen besonders auf den Angaben, welche Caldwell[1]), Mc' Intosh[2]) und Cori[3]) über den Bau des erwachsenen Thieres und der als Actinotrocha beschriebenen Larve gemacht haben.

Die Actinotrocha zeigt uns das Thier in einer Gestalt, mit welcher es von den Bryozoen und Pedicelliniden, wie ich sie aufgefasst habe, zunächst durch die grosse Ausbildung des Prymnosoma abweicht. Von den in der Metamorphose auftretenden Umwandlungen ist dann für meine Betrachtungen nicht die Steigerung des Prymnosoma durch die Ausstülpung des knospenartig angelegten Hinterleibes, als vielmehr die eigenartige Rückbildung des Prorosoma das in erster Linie bemerkenswerthe.

Durch den von Caldwell besonders beschriebenen Vorgang verliert Phoronis in der Metamorphose die Scheitelplatte und der diese bergende grosse Körperabschnitt schwindet bei dem Ausstülpungsvorgange am Prymnosoma so weit, dass als ein Rest von ihm nur das »Epistom« des erwachsenen Thieres sich erhält; Caldwell betont, dass keine dem Kopf zuzurechnenden Theile (cephalic) in das erwachsene Thier übergingen, eine Angabe, mit welcher zumal bei der Beurtheilung des Nervensystemes zu rechnen sein wird.

Das Abwerfen des larvalen Nervencentrum im Prorosoma erinnert an den Schwund der gleichen Gebilde in der Pedicellineen-Larve; wie aber hier das Prymnosoma von anfang an gering entwickelt ist, für seinen bei Actinotrocha gross entwickelten Binnenraum das Prorosoma eintritt,

---

1) W. H. Caldwell, Preliminary Note on the Structure, Development and Affinities of Phoronis. Proceedings of the royal Society of London, Vol. XXXIV, London 1883, pg. 371.

2) W. C. Mc' Intosh, Report on Phoronis Buski: Report .... of the Challenger, Zoolog., Vol. XXVII, 1888.

3) Isidor Cori, Beitrag zur Anatomie der Phoronis, Inaug.-Diss., Prag 1889, 8°.

so stellt sich damit ein durchgreifender Unterschied zwischen beiden Thierformen ein, der sich in einer völlig ungleichen Lagerung des bei beiden eine Schlinge bildenden Darmes kundgiebt. Halten wir an der Auffassung fest, dass in allen Fällen Mund und Afteröffnung dem Prymnosoma angehören, so liegt, während in beiden Thieren diese Oeffnungen dicht aneinander gerückt sind, bei einer Pedicellinee durch die Verkümmerung des Prymnosoma zwischen Mund und After nur der kurze Bereich der Kelchdecke, während bei Phoronis die gleiche Strecke den langen sackförmigen Hinterleib umfasst.

Von der Voraussetzung ausgehend, dass die Körperform der Brachyscolecciden und die damit verbundene Umlagerung der Eingeweide auf eine Rückbildung des Prymnosoma zurückzuführen sei, kann man eine Anzahl von Aehnlichkeiten in der Gestaltung des Leibes und seiner Theile als Ausdruck verwandtschaftlicher Beziehungen gelten lassen. So kehrt die epitheliale, keine Cuticula aber theilweise ein Flimmerkleid tragende Körperdecke der Phoronis in der epithelbedeckten Oberfläche des Cephalodiscus wieder; eine wandständige Muskulatur, das System von Hohlräumen im Körper, die Dissepimente der Phoronis finden sich in ähnlicher Weise bei Bryozoen und Cephalodiscus wieder. Das Blutgefässsystem der Phoronis ist eine, für die Beurtheilung genetischer Verwandtschaften wohl nicht schwer wiegende, Weiterbildung im mesodermalen Gewebe. — Bedeutsamer erscheint die Frage nach der Uebereinstimmung der Tentakelkrone, des Nervensystemes, sowie des Excretions- und Geschlechtsapparates bei Phoronis einerseits, den Bryozoen und Pedicelliniden andererseits. Den Tentakelapparat wird man bei Bryozoen und Phoronis als gleichwerthig betrachten, sobald man ihn in beiden Gruppen, wie das Caldwell für Phoronis angiebt, an die Stelle eines circumoralen Wimperringes stellt, ihn damit in den Bereich des Prymnosoma setzt; wird das zugegeben, so ist die Uebereinstimmung dieses Organes als Lophophor bei phylactolaemen Bryozoen und Phoronis eine weitgehende; und der Antheil, welchen an seiner Herstellung bei Phoronis Blutgefässe haben, von keinem Belang. Dagegen kann das als Epistom in beiden Gruppen bezeichnete Gebilde nicht

gleichwerthig sein, wenn es bei Phoronis den Rest eines Kopflappens der Larve vorstellt.

Die Beantwortung der damit sich erhebenden Frage steht in enger Beziehung zu der Auffassung, welche man dem Nervensystem der Phoronis zu geben hat. Hält man sich an die Angabe Caldwells, dass im Körper der Phoronis kein einem Kopfabschnitt zuzuschreibender Theil vorhanden sei, so wird man im Nervensystem neben dem Ringe, welcher unter dem Tentakelapparat liegt, nur Abschnitte sehen, welche dem Prymnosoma angehören, also dem Bauchmark und Schlundring einer Annelide oder den Längsstämmen einer Nemertine entsprechen. Dann wäre der Nervenknoten, welcher bei Phoronis von Kowalewski zuerst auf der kurzen Strecke zwischen Mund und After beschrieben ist, jedenfalls kein Hirn, wenn auch noch nicht dem Nervenknoten der Pedicellina oder einer Bryozoe zu homologisiren; dem von ihm ausgehenden Längsstamme möchte man die Bedeutung eines Bauchmarkes beilegen, da nach Caldwell in ihm offenbar sich ein Neurochord befindet; nur ist dieser Strang nach Caldwell unsymmetrisch und gehört der linken Körperhälfte an. Mir scheint, es bedarf für die Beurtheilung des Nervenknotens noch entwicklungsgeschichtlicher Erfahrung, ob dieser nicht nach Untergang des larvalen Nervensystems durch Neubildung im Prorosoma, so sehr dieses auch rückgebildet, entstanden ist. — Was mich zu derartigem Zweifel anregt, sind zumal die in der Nachbarschaft dieses Nervenknotens in der Basis des Lophophors gelegenen Einstülpungen, welche von allen drei oben erwähnten Zoologen als Sinnesapparate bezeichnet werden, die aber nach Mc' Intoshs Angabe in ihrer Höhlung ein Secret besitzen. Sinnesorgane von gruben- oder taschenförmiger Form und mit drüsigen Bildungen verbunden sind in der Kopfregion bei Würmern ein häufiges Vorkommen; hier erinnern sie mich aber auch an die paarigen Gebilde im Prorosoma der Pedicellina-Larve. Und das lässt mich zweifeln, ob die Masse des Nervenknotens, welche in der Basis des Lophophor eine Verbindung der beiden Hälften herstellt, nicht als ein neugebildetes »Hirn« zu bezeichnen ist.

Ziehe ich zuletzt bei diesem Vergleiche den Excretions- und Ge-

schlechtsapparat in Betracht, so stimmt Phoronis soweit mit den Bryozoen überein, als bei beiden Zwitterthieren die an den peritonaealen Flächen zur Reife gebrachten Geschlechtsproducte nach einem Aufenthalte in perienterischer Flüssigkeit durch Excretionsapparate nach aussen entleert werden; allein hier besteht in sofern ein Unterschied, als die ausführenden Organe bei Phoronis neben dem After, bei den Bryozoen hinter dem Munde liegen. Der Excretionsapparat der Bryozoen stimmt in seiner Lage mit dem der Pedicelliniden überein; der gleiche Apparat der Phoronis hat die Lage, welche dem Geschlechtsapparat der Pedicelliniden zukommt. Will man, worauf ich später noch einzugehen habe, den Ausführungsgang der letzteren auf einen Excretionsapparat zurückführen, so kann man die ausführenden Wege in beiden Thieren einander gleichsetzen, dann hätte man bei der Weiterführung eines solchen Vergleiches in den Bryozoen die völlige Unterdrückung des Geschlechtapparates der Pedicelliniden, bei Phoronis den Schwund eines Excretionsapparates, welcher dem der Pedicellinide entspricht, anzunehmen.

Fasse ich das Erörterte zusammen, so scheint mir eine nahe Beziehung von Phoronis zu den Bryozoen oder Pedicelliniden keineswegs sicher gestellt, wenn auch eine gewisse Aehnlichkeit zwischen beiden Gruppen nicht in Abrede zu stellen ist.

Dagegen hat der Bau von Phoronis offenbar eine Anzahl von Einrichtungen, welche sich in ähnlicher Weise bei den Sipunculiden finden, und die auf verwandtschaftliche Beziehungen dieser beiden Wurmgruppen zu einander hinweisen. Das hat, nachdem das früher bereits Ray Lankester ausgesprochen hat, in jüngster Zeit A. E. Shipley[1]) wieder hervorgehoben. Dabei wird von ihm mit Bestimmtheit der zwischen Mund und After gelegene Nervenknoten der Phoronis und die in seiner Nachbarschaft befindlichen Gruben dem Hirn und Sinnesorganen der Sipunculiden gleich gestellt. Ich möchte bei dieser Gelegenheit darauf aufmerksam machen, dass die eigenartige von Lippen um-

1) A. E. Shipley, On Phymosoma varians. Quarterly Journal of microscop. Science, Vol. XXXI, Pt. I, 1890, p. 1—28.

gebene Einziehung am hinteren Körperende von Sipunculus offenbar mit der Bildung, welche sich am Hinterende der Phoronis befindet, eine so grosse Aehnlichkeit besitzt, dass auch das zu Gunsten einer Verwandtschaft beider Gruppen ausgedeutet werden kann.

Bringt man aber Phoronis zu den Sipunculiden in Beziehung, so wird man auch die Brachyscoleciden an diese anschliessen können. Es findet eine solche Anschauung auch in der Aufstellung der Gruppe der Prosopygii Ausdruck, in welcher Lang[1]) Sipunculacea, Phoroniden, Bryozoa und Brachiopoda zusammenfasst.

Dass ich selbst nun meine vorhin erwähnten früheren Auffassungen von dem Zusammenhang der Bryozoen mit den Gephyreen nicht mehr in der älteren Weise aufrecht erhalten kann, ergiebt sich daraus, dass ich den Nervenknoten der Pedicelliniden und abgeleitet davon jenen der Bryozoen nicht mehr als ein »Hirn«, dem Hirn der Gephyreen, welches im Prorosoma entwickelt wird, gleichsetze.

Die von Lang aufgestellte Gruppe der Prosopygii kann ich aber nicht anerkennen, weil sie in ungerechtfertigter Weise den alten Kreis der Gephyreen auflöst, vor allem die sicherlich eng zusammen gehörigen Familien der Sipunculiden und Echiuriden von einander trennt. Beide gehören, als Verwandte der Anneliden, in eine engere Verbindung zu einander, und die nach der Rückenfläche hin erfolgende Verschiebung des Afters bei den Sipunculiden, die ja auch, wenn auch weniger ausgedehnt, bei Anneliden (Notopygos) sich findet, scheint mir keinen stichhaltigen Grund für die Trennung dieser Würmer von den Echiuriden mit endständigem After zu geben, so wenig wie ich die benachbarte Lage von Mund und After bei Sipunculiden und Brachyscoleciden als gleichwerthig ansehe.

Stelle ich dann die Gephyreen, soweit sie Sipunculiden, Echiurideen und wohl auch die Priapulideen umfassen, den Brachyscoleciden gegenüber, so entspricht die auf das Prymnosoma zurückgehende Fläche

---

1) Arnold Lang, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie, Abth. I, Jena 1888, pg. 182.

des Atriums der letzteren dem aus dem Prymnosoma entwickelten Rumpfe der Gephyree; beide tragen gleiche Organe in übereinstimmender Weise der Körperwand angelagert, mag diese, wie bei den Pedicelliniden, aufs äusserste verkürzt, oder lang ausgezogen bei den Gephyreen sein. Damit ändern sich Form- und Lageverhältnisse des Darmes. Der Tentakelapparat der Sipunculiden der Bryozoen, des Cephalodiscus und Rhabdopleura hat dann eine übereinstimmende Stellung; das Bauchmark der Gephyreen entspricht dem kurzen Nervenknoten der Brachyscolecida. Ein besonderes Interesse gewähren bei solcher vergleichenden Zusammenstellung die Excretions- und Geschlechtsapparate. Die Excretionsapparate kommen bei den Gephyreen in solcher Vertheilung vor, dass sie, in der Regel paarweise und symmetrisch vorhanden, bei den Echiuriden nach ihrer Lagerung als orale und anale bezeichnet werden können, während die Sipunculaceen nur die analen, und die Priapulaceen gleichfalls nur diese, aber in besonderer Ausgestaltung besitzen. Stellt man damit die Pedicelliniden zusammen so besitzen diese den Excretionsapparat in oraler Stellung, gegen den After hin verschoben mündet der Geschlechtsapparat aus. Ist nun dessen Ausführungsgang etwa einem Excretionsapparat gleichzusetzen, so würde ein solcher den analen Excretionsapparaten von Gephyreen entsprechen. Eine Zusammenstellung der ausführenden Geschlechtswege mit dem Excretionsapparat ist besonders mit Rücksicht auf die von Schauinsland[1]) gemachten Angaben, wonach beiden Priapulaceen die analen Geschlechtswerkzeuge in der Jugend der Thiere den Bau von Excretionsapparaten, zumal deren characteristischen Trichter besitzen, wohl zu erwägen. Dass aber Excretionsapparate oder deren Homologa eine continuirliche Verbindung mit den keimbereitenden Apparaten eingehen, ist, wenn ich von solchen Verhältnissen bei männlichen Wirbelthieren oder beim Peripatus absehe, in der hier näher stehenden Classe der Anneliden gleichfalls bekannt. So verbin-

1) H. Schauinsland, Die Excretions- und Geschlechtsorgane der Priapuliden. Zoologischer Anzeiger, Jhrg. IX, 1886, pg. 574.

den sich nach J. Nusbaum[1]) bei Egeln während der Embryonalentwicklung die keimbereitenden Apparate mit Segmentalorganen zu einer Gemeinsamkeit, und bei dem Regenwurme Eudrilus sylvicola ist nach F. E. Beddard[2]) das Ovarium fest mit dem bei anderen Arten von ihm getrennten Oviducte vereinigt. Darf man diese Erfahrungen auf den Geschlechtsapparat der Pedicelliniden übertragen, und auch für ihn eine Zusammensetzung aus anfänglich getrennten keimbereitenden und ausführenden Abschnitten annehmen, so lassen sich die Ausführungsgänge als Röhren betrachten, welche den analen Excretionsapparaten der Gephyreen entsprechen. — Diesem Verhalten schliesst sich, falls meine Auffassung von ihm richtig, Cephalodiscus an. — Bei den Bryozoen ist dagegen, wie schon erwähnt, das den analen Excretions- oder Geschlechtsapparaten der Gephyreen und Pedicelliniden entsprechende Organ nicht vorhanden, vielleicht in Wegfall gekommen, während sich das in der oralen Lagerung vorhandene Excretionsorgan erhalten hat und nach Prouho zeitweilig die Aufgabe erfüllt, die Geschlechtsproducte nach aussen zu führen. Solche Aufgabe aber erfüllen bei Echiurus die oralwärts angehefteten Segmentalorgane.

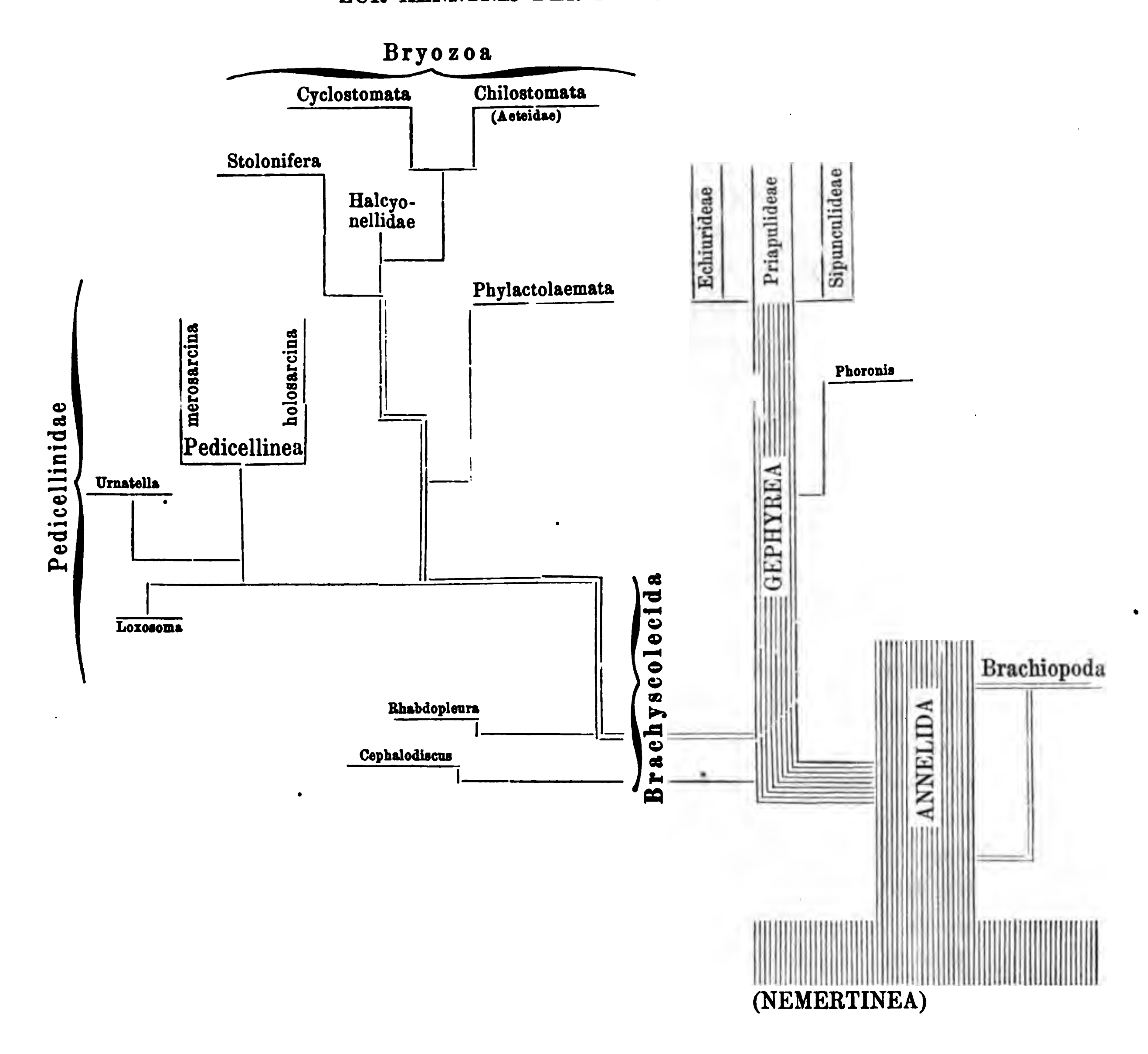
Sind nach solcher Auffassung die Excretionsorgane und ausführenden Geschlechtswege der Pedicelliniden homodynam und vorderen und hinteren Segmentalorganen ursprünglich gegliederter Würmer gleichzusetzen, so kann man daraus auf eine Herleitung der Brachyscolecida von wurmähnlichen Thieren schliessen, welche vor dem Uebergang zur sesshaften Lebensweise wohl schon gephyreenähnlich gewesen sind, und somit einen, wenn auch weit zurückliegenden gemeinsamen Ursprung mit diesen, wie weiterhin mit Anneliden oder gegliederten Würmern gehabt haben.

Diesen Betrachtungen über hypotethische Zusammenhänge der besprochenen Thierformen gebe ich in der hier angeschlossenen Form eines Stammbaumes Ausdruck.

---

1) Joseph Nusbaum, Zur Entwicklungsgeschichte der Geschlechtsorgane der Hirudineen. Zoologischer Anzeiger, Bd. VIII, pg. 181.

3) F. E. Beddard, Contributions to the Anatomy of Earthworms. Proceedings of the zoological Society of London, 1887, pg. 377.



Diese Darstellung soll zeigen, wie ich die Gruppe der Brachyscoleciden von Gephyreen-ähnlichen Thieren ableiten möchte. — Für sie alle ist die Verkümmerung des Prymnosoma und die damit verbundene Umlagerung der Darmschlinge in den Binnenraum des Prorosoma, wo eine solche bei typischen Annelidenlarven der Jetztzeit noch unterge-

bracht ist, von allgemeinerer Bedeutung gewesen. Ist meine Auffassung des Cephalodiscus und Rhabdopleura richtig, so zeigen diese beide Formen Bildungen, mit denen sie von der grösseren Gruppe der Pedicellineen schon erheblich abweichen; ganz besonders weisen die bei Cephalodiscus vorhandenen Schlundspalten auf verwandtschaftliche Zusammenhänge, welche vielleicht noch ausserhalb des Stammes der Anneliden und Gephyreen zu suchen sind. Wären die Angaben von Barrois [1]), dass die Seitenorgane der Nemertinen mit Aussackungen des Darmes sich entwickeln, einwurfsfrei geblieben, so wäre man versucht, die Schlundspalten des Cephalodiscus mit Schlundausstülpungen und Seitenorganen der Nemertinen in Verbindung zu setzen, und dann für Cephalodiscus Ableitungen bis auf nemertinenartige Vorläufer der Anneliden zu construiren. Diese Schlundspalten münden, die Richtigkeit meiner Auffassung vorausgesetzt, bei Cephalodiscus im Bereich des Prymnosoma, und besitzen ein auffallendes Bündel von Drüsenzellen, welche an die Drüsen an den Seitenorganen der Nemertinen erinnern. Dagegen fehlt ihnen der Zusammenhang mit dem Nervensystem, so viel ich gesehen habe. Es wird das mit in Betracht kommen, wenn man die morphologische Bedeutung dieser Gebilde festzustellen versucht. Vor der Hand können diese Bemerkungen keinen anderen Werth haben, als dass sie zu erneuter Untersuchung der hier bestehenden Zustände Veranlassung geben. Jedenfalls dürften Cephalodiscus und Rhabdopleura frühzeitig vom Stamme der Pedicelliniden abgezweigt sein, vielleicht von einem loxosomaartigen Vorläufer, der unter anderem durch den Mangel des Cirrenkranzes sich auszeichnete.

Für die engere Gruppe der Pedicelliniden scheint dann wegen der einfacheren Körpergestaltung Loxosoma, das trotz des Vermögens, Knospen zu erzeugen, keine Stockbildung besitzt, als ein Ausgangspunkt für die Ableitung der verschiedenen Kreise der Pedicelliniden am einfachsten sich darzubieten. Wie die Pedicellineengattungen nach den Unter-

---

1) J. Barrois, Mémoire sur l'embryologie de Némertes. Annales des sciences naturelles, Sér. 7, T. VI, 1887, Art. 3, pg. 51 f., Pl. 3, Fig. 34—38.

schieden der Stockbildung sich ungleich zusammenstellen lassen und danach auch ungleich von einem einzellebenden loxosomaartigen Vorgänger, wie er in der jungen Pedicellinee auftritt, abzuleiten sind, geht aus meinen oben gegebenen Erörterungen hervor. Hier ist nur die eine Möglichkeit zum Ausdruck gebracht.

Die Bryozoen möchte ich als Thierformen auffassen, welche von Pedicellina- ähnlichen Formen abzuleiten sind. Die Ausbildung des Atrial- oder Vestibularraumes einer Pedicellinee oder der Larvenform einer solchen zur Tentakelscheide, und die Entwicklung des Tentakelapparates im Bereich der Atrial- oder Vestibularrinne ist der bedeutungsvollste Schritt in der Entwicklung der Bryozoen, der Hand in Hand mit der Ausbildung oder Erhaltung der von perienterischer Flüssigkeit gefüllten Leibeshöhle gegangen sein mag. Vielleicht gehen aber nicht alle von einem gemeinsamen Ausgangspunkte aus. Zweierlei Entwicklungsrichtungen sind wohl nach der Bildung der jetzt lebenden Bryozoen von einander zu sondern: in der einen Richtung liegen die phylactolaemen, in der anderen Richtung die stoloniferen Bryozoen, für welche ein gemeinsamer Ausgangspunkt, der durch eine noch lebende Form dargestellt oder angedeutet werden könnte, zur Zeit nicht anzugeben ist. Die stoloniferen Bryozoen stehen nach der Ausgestaltung der Stolonen und in der Bildung der Fortsätze an der Tentakelscheide, welche sie als Ctenostomata characterisirt, und in denen ich die Cirren der Pedicelliniden sehe, den Pedicellineen augenscheinlich so nahe, dass man sie von stockbildenden Pedicellineen abzuleiten geneigt sein möchte. Von ihnen könnte dann die von Fewkes [1]) beschriebene Askorhiza zu den stolonenlosen Halcyonelliden leiten, und von da wäre etwa ein Anschluss an die übrigen chilo- und cyclostomen Bryozoen zu suchen, vielleicht von Anfang an mit divergirenden Reihen. Dass ich dabei auf die Aeteiden hinweise, ist früher erörtert. — Den phylactolaemen Bryozoen ist wohl daneben ein anderer Entwicklungsgang vorgezeichnet gewesen.

---

1) a. a. O., Annals and Mag. of Nat. History, Ser. 6, Vol. 3, 1889, pg. 1.

Will man in solchen Speculationen Phoronis eine Stelle anweisen, so wird man auch für sie im Kreise der Gephyreen, und wohl enger an den Zweig der Sipunculiden einen Anschluss zu suchen haben. Hier spielt die Rückbildung des Proro- und die Ausbildung des Prymnosoma die gewichtige Rolle. — Es ist darauf hingewiesen, und Caldwell [1]) hat das wohl zuletzt betont, dass die Brachiopoden gewisse Aehnlichkeiten mit Phoronis besässen; die spiralige Aufrollung, welche die Tentakel der von Mc' Intosh beschriebenen Ph. Buskii besitzen, macht sie den Tentakeln der Brachiopoden in gewissem Sinne ähnlich. Die geringe Ausbildung des Prorosoma der Brachiopoden erinnert gleichfalls an Phoronis. Im übrigen enthält die Ausbildung der Brachiopoden der Besonderheiten soviel, dass an ihren engeren Anschluss an Phoronis oder Sipunculiden nicht zu denken ist. Durch die Ausbildung des Prymnosoma, mit welchem die Anheftung der sessilen erwachsenen Thiere erfolgt, sondern sie sich in bestimmter Weise von den Brachyscoleciden, so sehr auch die Stielbildung einer jungen Terebratulina an den Stiel einer loxosomaartigen Pedicellinide erinnern mag. Ich kann daher vor wie nach eine engere Verbindung der Brachyscoleciden mit den Brachiopoden nicht gut heissen, mögen auch beide so einseitig entwickelte Formen in ihren letzten Ausgangspunkten auf eine gemeinsame Urform höchst zweifelhafter Gestaltung zurückzuführen sein.

---

1) Caldwell, a. a. O., Proceedings of the royal Society of London, Vol. XXXIV, 1883, pg. 381.

Tafelerklärung.

Allgemein gültige Figurenbezeichnung.

At. Atrium.
Atr. Atrialrinne.
Atl. Atrialleiste.
Br. Brutraum.
Brt. Bruttasche.
Ca. äussere,
Ci. innere Cuticula.
Cr. Cirrus.
D. 1. 2. 3. 4. Vorderdarm, Magen, Mitteldarm, Enddarm.
Dp. Diaphragma.
Dr. Drüsenzellen am Kelch.
Emb. Embryonen und Larven.
Etr. Embryoträger.
Excr. Excretionsorgan.
G. Geschlechtsapparat.
Hftp. Haftplatte.
K. Kern.
Kr. Kelchrand.
L. Lebermagen.
M. Muskel.
μ. Myonemen.
Mb. Myoblast.
Mf. Muskelfaser.
Mt. Matrix der Cuticula.
N. Nervenknoten.
Nf. Nervenfaser.
Nl. Neurilemm.
Ov. Ovarium.
Ovd. Oviduct.
Rf. Röhrenfaserzellen.
Sp. Spermatozoen.
T. Hoden.
Vg. Vagina.
Vd. Vas deferens.

Die abgebildeten Präparate sind, mit Ausnahme der ersten sechs Figuren, mit Hülfe eines Mikroskopes von R. Winkel in Göttingen gezeichnet; die dabei verwendeten Objective und Oculare sind bei den einzelnen Figuren mit den vorgesetzten Buchstaben W. angegeben.

Die Vergrösserungen, mit welchen die Präparate abgebildet wurden, sind durch unmittelbare Messungen bestimmt.

In der lithographischen Ausführung erscheint der durch Ueberdruck mit Tonplatten hergestellte Grund der Figuren feinkörnig; das soll nicht eine Structur der Gewebe, zumal nicht der Intercellularsubstanz, andeuten; wo diese in den Präparaten in solcher Weise hervortrat, ist sie besonders angegeben.

Tafel I.

Fig. 1. Ein Stück einer Caulerpa mit dicht stehenden Stöcken von Ascopodaria macropus besetzt, welche nach dem Alter ungleich grosse Kelche besitzen. — Vergr. nicht ganz 3.

Fig. 2. Ein Stück der gleichen Pflanze, um die Ausbreitung einer oder mehrerer Stöcke mit den weithin ziehenden Stolonen zu zeigen. — Vergr. etwa 15.

Fig. 3. Ein von der Pflanze abgelöster vollständiger junger 12 mm. langer Stock, mit geringer Entwicklung der seitlichen Verzweigungen. — Vergr. 13.

Fig. 4. Ein junger abgelöster Stock von Pedicellina echinata S., mit wenigen seitlichen Zweigen, um die Schaltglieder zu zeigen. — Vergr. 20.

Fig. 5. Aus einem Stocke von Ascopodaria. Abgelöste ungleich grosse einaxige und mehraxige Stolonen; zwei Träger mit regnerirenden Knospen. Vergr. 20.

Fig. 6. Träger und Kelch von Ascopodaria in Seitenansicht. — Vergr. 50.

Fig. 7. Querschnitt eines einaxigen Stolo; aussen die beiden Schichten der Cuticula, und die Haftplatte, welche zum Theil von der Pflanze, der sie anliegt, losgelöst ist. Die Maschenzeichnung im Inneren entspricht den Querschnitten der Röhrenfasern, in einem derselben ein Kern; unter der Cuticula ganz platte Kerne. Ueber der Haftplatte mehrere Zellen der Marksubstanz an einer Stelle, in welcher die Cuticula wie durchbrochen erscheint. — Haematoxylin-Eosin. — W. VIII. 4. Vergr. 645.

Fig. 8. Querschnitt eines Stolo unmittelbar vor der diaphragmatischen Querscheidewand, in deren Oeffnung die durchgehenden Röhrenfasern getroffen sind, während auf der Fläche der Scheidewand die Kerne der subcuticularen Zellen liegen; aussen Cuticula und Haftplatte. — Haematoxylin-Eosin. — W. VIII. 4. Vergr. 645.

Fig. 9. Querschnitt parallel der Anheftungsfläche durch den aufliegenden Theil eines mehraxigen Stolo und der vier von ihm ausgehenden einaxigen Stolonen. Das Bild ist nach drei in einer Schnittreihe aufeinander folgenden Schnitten zusammengesetzt, da die mit c und d bezeichneten Stolonen durch eine Krümmung aus der Ebene in welcher die Stolonen a und b lagen, abgebogen waren. Damit sind in allen Stolonen die Oeffnungen der Scheidewände eingetragen. Der centrale Theil des mehraxigen Stolo zeigt die einen zusammenhängenden Zug bildenden Röhrenfasern der Marksubstanz zwischen den Scheidewänden nach a und b; von ihm zweigen die Zellzüge nach c und d ab; die in den Träger aufsteigende quer durchschnittene Muskulatur ist in 4 Stränge zertheilt; über der Muskulatur ist die Cuticula allein aus der weicheren Substanz gebildet, gegen die einaxigen Stolonen hin tritt die innen davon gelagerte festere hornbraune Schicht auf, welche allein die diaphragmatischen Scheidewände bildet. Der mit d bezeichnete Stolo ist der jüngste; das giebt sich an der geringen Entwicklung der Cuticula und an der Dünne des Diaphragma zu erkennen; an diesem wie an dem nächst älteren Stolo c sind die subcuticularen Zellen am Diaphragma erhalten, welche in den beiden anderen Stolonen hier nicht mehr zu erkennen sind. — Saffranin, Gentianaviolett, Jod-Jodkalium. — W. VII. 2. Vergr. 432.

Fig. 10. Theil aus einem ähnlichen Flächenschnitt, wie der in Fig. 9. abgebildete, um zu zeigen, wie die Diaphragmenöffnung der Scheidewand gegen einen abgestorbenen einaxigen Stolo, von welchem nur der leer gewordene Chitinschlauch vorliegt, durch eine pfropfähnliche Chitinmasse geschlossen ist. — Ehrlichs Haematoxylin-Eosin. — W. VII. 2. Vergr. 432.

Fig. 11. Längsschnitt durch den Seitentheil des Sockel vom Träger eines mehraxigen Stolo und durch dessen aufliegende Strecke. Der Sockel ist durch einseitigen Muskelzug fast auf die Fläche der kriechenden Stolonen niedergebogen. Im Bereich des Querschnittes des basalen aufliegenden Stückes zeigt sich die aus zwei Schichten bestehende Cuticula, unter dieser die hier grossen Zellen des subcuticularen Epithels und im Inneren der Querschnitt der ohne Zwischensubstanz aneinander gelagerten Röhrenfasern. Der Sockel zeigt aussen die dicke einfache weichere Cuticula, unter ihr die stärker abgeplatteten Epithelzellen, welche an der oberen Strecke, wo der Schnitt tangential die Wand trifft, allein getroffen sind. Die darunter folgende Schicht der Muskelfasern und Myoblasten ist im unteren Theile des Schnittes schräg, im oberen Theile tangential fast der Länge nach getroffen; dadurch erscheinen die Myoblasten hier zum Theil birnförmig ausgezogen, mit der Verlängerung, welche in die Muskelfaser führt. Umschlossen von den Myoblasten liegt die Marksubstanz, in welcher die gruppenweis vereinigten Röhrenfasern durch Intercellularsubstanz von einander gesondert sind. — Dahlia. — W. V. 3. Vergr. 250.

Fig. 12. Querschnitt durch einen Sockel. Im Umfange die einfache Cuticula, darunter die Schicht der dunkelgefärbten Matrix mit den eingelagerten abgeplatteten Kernen, besonders deutlich da, wo durch eine Falte am oberen Umfange der Zeichnung beide Schichten sich von der Muskularis abgehoben haben. Die Muskelschicht bildet einen zusammenhängenden Mantel von Muskelfasern und Myoblasten um den Kern der Markschicht. Die eckigen Querschnitte der dunklen Muskelfasern sind theils gleichmässig dunkel, theils zeigen sie ein helleres Centrum. Die hellen blasenförmigen Zellleiber der Myoblasten zeigen auf diesem Schnitt nicht jeder einen Kern; die Faserzüge im Inneren des Zellleibes sind zum Theil Myonemen. Der Kern der Marksubstanz zeigt die in der Intercellularmasse gruppenweis vertheilten Querschnitte der Röhrenfasern in ungleichen Bildern, je nachdem eine Plasma und Kern führende oder eine vacuolisirte helle Strecke getroffen ist; die kleinen hellen Kreisfiguren entsprechen wohl den spindelförmig auslaufenden Endstrecken. — Saffranin. — W. VIII. 2. Vergr. 420.

Fig. 13. Ein Stück eines gleichen Querschnittes bei stärkerer Vergrösserung. In der unter der einförmigen Cuticula gelegenen Schicht ein Epithelkern. Querschnitte der Muskelfasern zeigen theils die markführenden Strecken durch ein helleres Centrum an, theils durch die geringere Grösse die Endstrecke. Daneben drei Myoblasten in Verbindung mit den Muskelfasern; ihre Kerne sind nicht getroffen; der blasenförmige helle Leib führt reticuläres Plasma und stärkere Myonemen. — Saffranin. — W. $^{1}/_{24}$. 2. ausgezogener Tubus. Vergr. 1800.

Fig. 14. Aus dem gleichen Präparat zwei Myoblasten mit dem Querschnitt der aufsitzenden Muskelfaser; in der einen Zelle der wandständige uninucleoläre Kern; in beiden die als Myonemen bezeichneten Stränge, im Querschnitt punktförmig, sonst längs und schräg getroffen. — Vergr. wie bei Fig. 13.

Fig. 15. Aus einem Längsschnitt auf der Grenze von einem mehraxigen zu einem einaxigen Stolo. In dem Winkel, welchen die diaphragmatische Scheidewand mit der äusseren Stolonenwand bildet, liegen nach innen von den Matrixzellen der Cuticula polygone und blasenförmige Zellen mit eingelagerten Körnern, und theilweise reticulär vom Umfang des Kernes ausstrahlendem Plasma; daneben Röhrenfaserzellen. — Eosin-Ehrlichs Haematoxylin. — W. $^1/_{24}$. 1. eingeschobener Tubus. Vergr. 1330.

Fig. 16. Aus dem gleichen Präparat drei Strecken von Röhrenfaserzellen, in denen das Plasma vom Kerne ab feine wandständige Netze bildet. — W. $^1/_{24}$. 1. Vergr. 1330.

Tafel II.

Fig. 17. Optischer Längsschnitt durch den Randtheil des Sockel eines nach Behandlung mit Osmiumdampf und Pikrocarmin in Glycerin conservirten Thieres. Die Cuticula hat sich von ihrer Matrix mit den abgeplatteten Kernen abgehoben; diese liegt unmittelbar auf der Muskelschicht, auf welche die Myoblasten und die Marksubstanz folgen. — W. homogene Immersion. Oc. 4. Vergr. 930.

Fig. 18. Optischer Längsschnitt aus einem in gleicher Weise conservirten Sockel; ungleiche Formen der durch Intercellularmasse getrennten Röhrenfasern und Myoblasten, welche der Muskelfaserschicht anliegen. — W. homogene Immersion. Oc. 4. Vergr. 930.

Fig. 19. Röhrenfaserzellen in der punktirt erscheinenden Marksubstanz; das feinkörnige Plasma umschliesst in der Nähe des Kernes helle farblose Räume, in welchen Kügelchen enthalten sind. — Ehrlichs Haematoxylin-Eosin. — W. $^1/_{24}$. 1. eingeschobener Tubus. Vergr. 1330.

Fig. 20. Röhrenfaserzellen aus einem Stolo in der Nähe des Diaphragma, um das in feine Verästelungen ausstrahlende Plasma zu zeigen, in welchem der uninucleoläre Kern ohne scharfe Begrenzung erscheint. — Saffranin, Gentianaviolett, Jod- Jodkalium. — W. $^1/_{24}$. 1. ausgezogener Tubus. Vergr. 1330.

Fig. 21. Zwei Plasmaleiber von Zellen der Marksubstanz eines Sockels durch einen grösseren Ausläufer zusammenhängend. — Eosin-Haematoxylin. — W. $^1/_{20}$. 2. ausgezogener Tubus. Vergr. 1160.

Fig. 22. Längsschnitt durch die Uebergangsstrecke vom Sockel zum muskelfreien Stiel eines Trägers. In der trichterförmigen Ausweitung, mit welcher der letztere in den Sockel übergeht. wird die Cuticula von der dunklen festen Innenschicht und der äusseren hellen Aussenschicht gebildet; während die dunkle Schicht zugeschärft auf dem Endabschnitt des Sockels aufhört, setzt sich die erstere in die nachgiebige Cuticula des Sockels fort. In der Endstrecke des Stieles sind die

in die Lichtung vorspringenden halbmondförmigen von der inneren Chitinschicht gebildeten Blätter mit den auf ihr liegenden Zellen der Matrix getroffen. Zwischen den Blätter ziehen die Röhrenfasern der Marksubstanz des Sockels hindurch in die Axe des Stieles. — Eosin-Haematoxylin. — W. VIII. 4. Vergr. 420.

Fig. 23. Ein Längsschnitt durch einen gleichen Abschnitt des Trägers, der aber tangential die Wand des Stieles getroffen hat, wo auf der Innenfläche der Cuticula zwischen den einspringenden Blätter gürtelförmig ein Band von spindelförmigen Zellen liegt. Die übrigen Verhältnisse entsprechen denen der Fig. 22. — Eosin-Ehrlichs Haematoxylin. — W. VII. 4. ausgezogener Tubus. Vergr. 350.

Fig. 24. a. b. c. d. Eine Strecke des muskelfreien Trägerstieles bei ungleich hoher Focaleinstellung, um das Verhalten der aus der subcuticularen Zellschicht gebildeten Zellgruppen und deren Verhalten zur Cuticula zu zeigen. a. Hohe Einstellung auf die Oberfläche, womit ein punktförmiger Porus in der Fläche und darunter undeutlich die Zellgruppe erscheint. b. Bei tieferer Einstellung sind von der Fläche her die Zellen sichtbar. c. Die Zellen undeutlich, das unter der Cuticula liegende Epithel mit dem intercellularen Raume tritt hervor. d. Ein optischer Längsschnitt der gleichen Stielstrecke bei viel tieferer Einstellung; die doppeltschichtige Chitincuticula und deren Matrixzellen; darin jederseits eine Gruppe der Zellen, rechterseits deren Verhalten zu der Cuticula und die porenförmige Durchbrechung; die Marksubstanz lässt Einzelheiten nicht erkennen. — Osmiumdampf, Pikrocarmin, Glycerineinschluss. — W. homogene Immersion. 2. Vergr. 660.

Fig. 25. Die Anheftung zweier Muskelfasern unter der Cuticula der Sockelbasis, um deren Zerspaltung in schmale bandartige Endausläufer zu zeigen. — W. $^1/_{24}$. 2. eingeschobener Tubus. Vergr. 1330.

Fig. 26. Längsschnitt durch die obere Strecke des Trägers und die Basis des Kelches in der Medianebene. Der Träger ist unterhalb der knopfförmigen Anschwellung da geknickt, wo die Zweischichtigkeit der Cuticula aufhört, die Matrixkerne sind unter der zweischichtigen Cuticula platt. In der Endstrecke des Trägers liegt unter der einschichtigen Cuticula eine Lage hoher Epithelzellen, die in der Einschnürung auf dem Uebergang zum Kelch unter der sehr verdickten Cuticula zusammengepresst und niedriger erscheinen, sich in den Grund des Kelches zu hohen Zellen fortsetzen, an welche nach aufwärts das flachere Epithel sich anschliesst. Die Marksubstanz besteht aus den Röhrenfaserzellen, welche etwas unterhalb der Einschnürung zwischen Träger und Kelch durch die eingelagerten Zellen auseinander getrieben werden, welche den Anfang der aus platten Zellen bestehenden Säule bildet, die im Grunde des Kelches mit einer kuppelartig gewölbten Zelle abschliesst. Neben dieser Zellsäule steigen die Röhrenfasern hinauf in den Kelch und weichen hier zu Platten auseinander. — Mit W. VIII. 2. gezeichnet, aber um $^1/_4$ kleiner dargestellt. Vergr. 458.

Fig. 27. Ein Längsschnitt aus der gleichen Serie, wie der in Fig. 26. abgebildete, aber so weit nach aussen gelegt, dass der Mantel der in den Kelch eintre-

tenden Röhrenfaserzellen bei seinem Durchtritt neben der centralen Zellsäule der Länge nach getroffen ist. — Vergr. wie in Fig. 26.

Fig. 28—37. Aus einer Querschnittreihe durch den Stiel des Trägers und die Basis des Kelches; Fig. 28 etwa aus der oberen Hälfte des Stieles; die folgenden aus der besonders gestalteten Uebergangsstrecke vom Stiel zum Kelch. — Methylgrün. — W., VIII. Oc. 2. Vergr. 520.

Fig. 28. Der Schnitt zeigt die doppelschichtige Cuticula, die Zellen aus deren Matrix, und dazwischen eine Zellgruppe mit dem die Cuticula durchbrechenden Gange und centralem Hohlraum. In der Axe des Stieles liegen die aneinander gepressten und abgeplatteten Röhrenfasern zum Theil mit Kernen.

Fig. 29 u. 30. Zwei aufeinander folgende Schnitte von dem unteren Theil des Stielknopfes. Die Cuticula ist einschichtig, die Matrixzellen werden höher, aus der centralen Masse der Röhrenfasern sondert sich eine periphere Schicht mit starkem gefärbtem Plasma.

Fig. 31. Schnitt höher aufwärts; die Matrixzellen sind cylindrisch, der Mantel der Röhrenfasern umschliesst eine verringerte Menge von Marksubstanz, in welcher der Kern einer Zelle liegt, die dem Anfang der aufsteigenden Zellsäule angehört.

Fig. 32. Schnitt von der Höhe des Knopfes. Die einschichtige Cuticula ist mehr verdickt, ihre Matrixzellen gross; der Mantel der Faserzellen umfasst eine platte Zelle mit sternförmigen Ausläufern, deren Kern schwach durchscheint.

Fig. 33. Schnitt durch die Einziehung zwischen Stielknopf und Kelchbasis, letztere auf der rechten Seite mit gestreift. Die Cuticula sehr dick, ein Theil ihrer Matrixzellen schimmert durch. Der Mantel der Röhrenfasern sehr verengt umfasst eine platte Sternzelle.

Fig. 34. Schnitt durch die Kelchbasis, von welcher Matrixzellen und Cuticula der Fläche nach zum Theil tangential getroffen sind; im Centrum der die aufsteigende Zellsäule umschliessende Mantel von Röhrenfasern.

Fig. 35. Schnitt durch den unteren Theil der Kelchwand und den einspringenden Knopf, etwas schräg gefallen; in diesem umfassen die Faserzellen eine Zelle der Zellsäule mit grossem Kern.

Tafel III.

Fig. 36. Ein auf den in Fig. 35 Taf. II. dargestellten folgender Schnitt, der die Basis des Kelches mit der Marksubstanz und den oberen Theil der in diese hineinragenden Zellsäule getroffen hat.

Fig. 37. Ein gleicher Schnitt noch weiter nach oben; der helle Fleck in der Mitte der Marksubstanz entspricht der Wölbung, mit welcher die Kuppel der Zellsäule abschliesst.

Fig. 38. Aus einem Zerzupfungspräparat. Ein Theil der Gewebsmassen aus dem Grunde des Kelches mit den in plattenartiger Ausbreitung vom Träger her in den Kelch einstrahlenden Röhrenfasern und ungleich geformten sternförmigen Zellen

der Marksubstanz. Die Kelchwand ist in der Zeichnung nur angedeutet. — Osmium; Maceration in Eau de Javelle, Glycerin. — W. VII. 4. Vergr. 460.

Fig. 39. 40. Zwei Längsschnitte aus der terminalen Knospe eines Stolo, mit der ersten Anlage der Zellsäule im Endknopfe des Trägers. — Saffranin, Gentianaviolett, Jod- Jodkalium. — W. VII. 4. ausgezogener Tubus. Vergr. 450.

Fig. 39. Längsschnitt durch die Mitte des Stoloendes mit den quergespannten Zellen, die nach dem flächenständigen Kern als Muskeln zu deuten sind.

Fig. 40. Schnitt parallel zu dem vorangehenden aber dicht unter der Oberfläche; eine Zelle mit zwei Ausläufern zieht an den Muskelplatten vorüber.

Fig. 41. Medianschnitt durch den Kelch eines Thieres, der aber im Enddarm und Afterkegel etwas von der Symmetrieebene abgewichen ist. — Dahlia; angesäuerter Alcohol. — W. VII. 1. Vergr. 156.

Fig. 42. Ein durch den Kelch und den Knopf des Trägers gelegter Schnitt, welcher etwa unter einem Winkel von 45^0 die Medianebene schneidet. Dadurch erscheint auf der linken Hälfte der Figur im Atrium der schief quer durchschnittene Afterkegel neben der Kelchwand, und unter ihm der Eingang zu einer zwischen der Seitenwand des Magens und des Körpers tief in den Kelch sich einsenkenden Bruttasche, die zwei ungleich entwickelte Embryonen enthält. Auf der rechten Hälfte ist dagegen nicht weit hinter dem Mundeingange die flimmernde Atrialrinne getroffen. Ueber der Leberzellengegend des Magens hat der Schnitt gleichfalls schief die Masse beider Ovarien und des Oviductes getroffen. — Eosin. — W. V. 2. Vergr. 240.

Fig. 43. Aus einem etwas dickeren, schräg verlaufenden Längsschnitt durch den Kelch; die Zeichnung ist nur insoweit ausgeführt, dass der von der Seitenwand des Körpers entspringende an das innere Blatt der Atrialrinne verlaufende Muskel nach seiner ganzen Länge und mit den Verzweigungen an jedem Ende übersehen wird. Hier kreuzt ein Schenkel des mit einer Zelle blind abgeschlossenen Excretionsapparates, dessen Verbindung mit der unpaaren Strecke undeutlich ist. Die Zeichnung wurde nach verschiedenen Focaleinstellungen gefertigt. — Haematoxylin-Eosin. — W. VIII. 1. Vergr. 550.

Fig. 44. Längsschnitt durch den Rand des Kelches mit der Atrialrinne; unter dem Rande des Kelches liegen in der Marksubstanz die etwas quer getroffenen Fasern des Ringmuskels; unterhalb des Randes der Gürtel der Drüsenzellen. — Eosin-Haematoxylin. — W. X. 4. Vergr. 446.

Fig. 45. 46. 47. Drei Schnitte von $^1/_{200}$ mm Dicke durch das Hirn aus einer Serie von transversalen Längsschnitten, um das Verhalten der Ganglienzellen und Hüllzellen zu zeigen. — Ehrlichs Haematoxylin-Eosin. — W. $^1/_{20}$. 1. ausgezogener Tubus. Vergr. 966.

Fig. 45. Schnitt durch den Randtheil des Hirnes, welcher den Faserkern und darauf Ganglien- und Hüllzellen trifft. — Fig. 46. Schnitt durch die periphere Lage der Ganglienzellen und der darauf liegenden Hüllzellen. — Fig. 47. Schnitt, welcher noch weiter nach aussen liegt, und besonders die Zellen der Hülle, rechts

auch eine Ganglienzelle zeigt. — Das Gewebe der Marksubstanz ist nicht ausgeführt, nur in Fig. 47 eine der kugeligen blasenförmigen Zellen mit gezeichnet.

Fig. 48. Von einem queren Längsschnitt, welcher schief zur Medianebene gefallen ist, so dass zwei der vom Hirn ausgehenden Nerven der Länge nach im Präparat zu verfolgen sind. Von der oberen rechten Ecke des Hirns geht ein feiner Nervenfaden ab, an dessen weiteren Verlauf sich Zellen der Marksubstanz legen, die Endstrecke ist frei und stösst an eine hier langliegende Muskelfaser des Ringmuskels, während darüber andere Fasern desselben Muskels quer getroffen sind. Von der unteren rechten Ecke des Hirns geht ein kegelförmiger Zipfel von Fasern ab, welche von der Hüllsubstanz des Hirnes stammen, in der Spitze des Kegels tritt ein schärfer gezeichneter Faden auf, der Nerv, dessen Ursprungsstelle nicht im Schnitt liegt. Dieser Faden läuft bis an den von der seitlichen Körperwand zur Kelchdecke ziehenden Muskel; die auf dem Wege dahin vom Nerven abtretenden helleren Fasern sind Fasern von Zellen der Marksubstanz, welche die Hülle bilden. An der in Einzelheiten nicht ausgeführten Magenwand zeigt sich die bei älteren Thieren häufige Faltenbildung mit einer Anhäufung dichteren Gewebes. — Eosin Haematoxylin. — Die ganze Figur angelegt mit W. IV. 2, ausgeführt nach W. VII. 2. Vergr. 270.

Fig. 49. Ein medianer nicht ganz gradliegender Längsschnitt durch den Oviduct und den Zellwulst über dessen Mündung. Das Epithel der Kelchdecke setzt sich in den Oviduct fort, an dessen Grunde die Drüsenzellen liegen. Die Fäden im Lumen des Ganges sind vielleicht Secretfäden. Am Eingange ist ein Ei angeheftet, welches am Umfange ein Richtungskörperchen, im Inneren den ersten Embryonalkern in Spindelform mit Aequatorialplatte zeigt. — Dahlia. — W. VII. 1. Vergr. 380.

Fig. 50. Medianer Längsschnitt durch die Mündung des Oviductes, über welcher die Zellaufwulstung einfacher ist, als im vorhergehenden Falle. Ein angehefteter Embryo besteht aus zwei Embryonalzellen, neben welchen frei in einer abgehobenen Hülle ein ausgestossenes Richtungskörperchen liegt. — Eosin-Haematoxylin. — W. VIII. 1. Vergr. 600.

Fig. 51. Querschnitt durch drei Drüsenzellen des Oviductes; der Zellleib ist von „Sekretbläschen“ gefüllt. — Ehrlichs Haematoxylin-Eosin. — W. $^{1}/_{24}$. 1. eingeschobener Tubus. Vergr. 1000.

Fig. 52. Ein Querschnitt durch einen Cirrus. Die centrale Marksubstanz zeigt hier nur als Punkt den Ausläufer einer ihrer Zellen. Zwischen die drei Cilien tragenden Zellen der einwärts gewandten Fläche, von denen die innere schwach concav ist, keilen sich Ausläufer von Nachbarzellen ein. Eosin-Haematoxylin. W. VII. 3. ausgezogener Tubus. Vergr. 550.

Tafel IV.

Fig. 53—64. Zwölf Schnitte durch ein männliches Thier aus einer Reihe von 46 Schnitten von je $^{1}/_{133}$ mm Dicke, welche rechtwinklig zur Symmetriebene der

Länge nach vom Kelcheingang zum Grund und durch den Anfang des Trägers gelegt sind. Die Schnitte weichen etwas aus dem Winkel ab, so dass in den Zeichnungen die linke und rechte Hälfte etwas von einander unterschieden sind; dann liegt das auf der linken Hälfte gezeichnete dem oralen Kelchumfange etwas näher als das der rechten Seite. Fortgelassen aus der Abbildung des Präparates sind stets die Durchschnitte der nicht an ihrem Ursprunge getroffenen, in den Kelchraum hineinragenden Cirren. In der hier gegebenen Reihe laufen die Schnitte von der oralen gegen die aborale Seite. — Eosin-Ehrlichs Haematoxylin. — W. IV. 2. ausgezogener Tubus. Vergr. 140.

Fig. 53. Zehnter Schnitt; durch die in den Schlund abfallende Fläche der Lippe, die Dicke der Wand des Lebermagens und den unteren Theil des Oesophagus; in der rechten Hälfte der von der Seitenfläche der Kelchwand zur Kelchdecke ziehende Muskel.

Fig. 54. Zwölfter Schnitt. Unter der Oberfläche der Lippe zahlreiche Fasern, zum Theil muskulöser Natur. Der Lebermagen ist angeschnitten und die Einmündung des Vorderdarms in den Magen, rechts im Kelche neben dem Lebermagen der Seitenwandmuskel. Ueber dem Darme rechts der Schenkel des Excretionsapparates der Länge nach getroffen, links an der gleichen Stelle Zellen, welche zu seiner Hülle gehören.

Fig. 55. Dreizehnter Schnitt. Durch den pyloricalen Theil des Magens. Die Lippe ist niedriger; in ihrer Marksubstanz der querlaufende Muskel in der Höhe der Vereinigung der beiden Schenkel des Excretionsapparates, von denen der rechte nur noch zum Theil in den Schnitt gefallen ist.

Fig. 56. Vierzehnter Schnitt. In der medianen Einsenkung der Lippe mündet der unpaare Gang des Excretionsapparates.

Fig. 57. Sechszehnter Schnitt. Im Vorraume wird durch die Abweichung der Schnitte aus dem Winkel rechts und links — wie auf den nächsten Schnitten — die Atrialrinne durch ungleich mächtige Binnenwände, die Ausläufer der Lippe, nach innen abgegrenzt; zwischen den inneren Blättern der Rinnenwand ist der Boden des Kelches von wimperlosem, niederem Epithel gedeckt. Auf der Wand des Lebermagens das quer durchschnittene Hirn. Rechts davon hat der Schnitt den vorderen Umfang eines Hodens gestreift; zwischen Magen und Körperwand die aus dem Kelchgrunde aufsteigenden Faserzüge.

Fig. 58. Zwanzigster Schnitt. Zwischen der von niederem Epithel bekleideten Kelchdecke, den Innenwandungen der Atrialrinne und der oberen Wand des Lebermagens liegt der männliche Geschlechtsapparat. Die grossen kugelförmigen Hoden enthalten in ihren medialen Abschnitten reife Spermatozoen, nach aussen davon deren Bildungszellen; zwischen den Hoden liegt der Querschnitt des Vas deferens, anstossend an jeder Seite an den Querschnitt der trichterförmigen Erweiterungen, mit denen der ausführende Gang von je einem Hoden entspringt. Ueber dem Vas deferens liegt eine Anhäufung von hellen kugeligen Zellen.

Fig. 59. Dreiundzwanzigster Schnitt. Dieser trifft etwas schräg im Kelchraume den Afterkegel und das darin enthaltene Endstück des Afterdarmes; unter der Kelchbasis ist das knopfförmige Endstück des geknickten Trägers der Länge nach tangential getroffen. Die Hoden enthalten hier und weiterhin nur Samenmutterzellen; zwischen ihnen der Querschnitt des Ausführungsganges.

Fig. 60. Aus dem 24. Schnitte; der Querschnitt des Vas deferens und dessen Aufbiegung gegen die Kelchdecke der Länge nach.

Fig. 61. Aus dem 25. Schnitte; die Einsenkung der Kelchdecke in den aufsteigenden Endabschnitt des Vas deferens. Darüber der Querschnitt des frei im Kelchraume liegenden Afterkegels und Enddarmes.

Fig. 62. Achtundzwanzigster Schnitt. In der Kelchbasis trifft er deren Verbindung mit dem Träger da, wo der Mantel der Röhrenfasern um die kuppelförmig abschliessende Zellsäule in den Kelch einstrahlt. Ueber dem Leberdarm die beiden Hoden, der Enddarm liegt unter der Kelchdecke, wölbt, bei seinem Uebergange zum Afterkegel, diese hoch empor; die Atrialrinne verliert an Tiefe.

Fig. 63. Einunddreissigster Schnitt: zeigt die Fortführung der im voranstehenden Schnitte eingeleiteten Verhältnisse.

Fig. 64. Sechsunddreissigster Schnitt, durch den Uebergang von Magen zum aufsteigenden Theil des Enddarmes und durch die nach vorn zum Afterkegel ziehende, in der Marksubstanz liegende Strecke des Enddarmes. Die Atrialrinne ist verstrichen.

Fig. 65—74. Zehn Schnitte durch ein weibliches Thier aus einer Reihe von 87 Schnitten von je $^1/_{200}$ mm Dicke, welche rechtwinklig zur Symmetrieebene der Länge nach vom Kelcheingang zum Grund und durch den Anfang des Trägers gelegt sind. In den Abbildungen sind auch hier die Durchschnitte der nicht an ihrem Ursprunge getroffenen, in den Kelchraum hineinhängenden Cirren weggelassen; auch die im Brutraume liegenden Embryonen sind nicht mitgezeichnet. In der hier gegebenen Reihenfolge laufen die Schnitte von der oralen gegen die aborale Seite. — Eosin-Ehrlich's Haematoxylin. — W. IV. 2. ausgezogener Tubus. Vergr. 140.

Fig. 65. Aus dem sechsundzwanzigsten Schnitte; in der Marksubstanz der furchenartig vertieften Lippe verlaufen quere Fasern, welche zum Theil muskulös sind. Ueber dem nur angegebenen oberen Umfang des Darmes liegt rechts ein Querschnitt, links ein schiefer Längsschnitt der beiden Schenkel des Excretionsapparates.

Fig. 66. Achtundzwanzigster Schnitt. Auf der vom Kelchraume zur Höhe der Lippe aufsteigenden Fläche mündet der längs geschnittene, unten in die beiden Schenkel gespaltene unpaare Ausführungsgang des Excretionsapparates; die Atrialrinne ist neben dieser Fläche tief. Der Lebermagen zeigt seitliche Aufwulstungen.

Fig. 67. Sechsunddreissigster Schnitt. Die Kelchdecke, begrenzt von dem hohen Blatte der Atrialrinne, ist von niedrigem Epithel bedeckt. Ueber dem Lebermagen liegt das Hirn, rechts und links davon die Ovarien.

Fig. 68. Aus dem neununddreissigsten Schnitte; die Ovarien sind getroffen, das auf der rechten Hälfte gelegene hat grosse Räume, und in einigen derselben dunkle Kugeln.

Fig. 69. Aus dem fünfundvierzigsten Schnitte. Die Ovarien zeigen ihre Lichtung, zwischen ihnen liegt das blinde Ende des Oviductes mit den Drüsenzellen; die Kelchdecke darüber mit flachem Epithel.

Fig. 70. Aus dem achtundvierzigsten Schnitte. Die Ovarien sind compact; in dem Ausführungsgange die Querschnitte der beiden zu je einem Ovarium führenden Lichtungen. Die Kelchdecke zeigt das drüsige Epithel für die Auskleidung des Brutraumes.

Fig. 71. Fünfundfünfzigster Schnitt. Der Querschnitt des Magens zeigt die Wülste und Falten der Leberregion; über ihm die compacten Ovarien, zur Seite des Oviductes, der hier ringsum hohe Zellen trägt. Neben dem rechten Ovarium der Querschnitt durch eine Aussackung der Bruttasche und ein tangentialer Schnitt durch die Zellwand einer anderen; über dem linken Ovarium Zellen aus der Wand der Bruttasche. Im Grunde des Kelchraumes das hohe drüsige Epithel des Brutraumes; die Atrialrinne jederseits niedrig.

Fig. 72. Aus dem achtundfünfzigsten Schnitte. Querschnitt des Oviductes, dessen untere Wand einschichtiges niedriges Epithel trägt, während die obere von hohen, gehäuften hellen Zellen gebildet wird. Die Kelchdecke darüber mit dem Epithel des Brutraumes zu einem Wulst erhoben.

Fig. 73. Achtundsechszigster Schnitt. Ueber der wulstigen Wand des Lebermagens liegt der abgeplattete Oviduct ringsum von einfachem Epithel ausgekleidet; über ihm, unterhalb der zur Anheftung der Embryonen dienenden Erhebung, eine Ansammlung der blasenförmigen Zellen der Marksubstanz; rechts und links vom Oviduct Querschnitte von Aussackungen des Brutraumes; im Kelchraume zeigt der Brutraum, kenntlich an dem hohen drüsigen Epithel, grosse seitliche Aussackungen; die Atrialrinne ist ganz niedrig.

Fig. 74. Vierundsiebzigster Schnitt. Der Schnitt geht schräg der Länge nach durch den steil aufgerichteten Afterkegel und den in diesem enthaltenen Enddarm; im Kelchraume fehlt die Atrialrinne. Unter dem Enddarm liegt der hier allseitig geschlossene Brutraum mit seitlichen Aussackungen, in der Medianebene der zur Anheftung der Embryonen dienende Wulst, und darunter in der Marksubstanz der Querschnitt des Oviductes. Vom Darm ist der Uebergang in den Enddarm schief getroffen, so dass der Lebermagen noch seitlich gestreift ist.

Fig. 75. Epithelzellen aus dem Magengrunde. — Haematoxylin-Eosin. — W. $^1/_{14}$. 1. ausgezogener Tubus. Vergr. 660.

Fig. 76. Zellen aus der Wand des Lebermagens, links zwei Ersatzzellen mit grossen Kernen, die folgenden zeigen die Concrementkugeln in einer Vacuole oder die Vacuole leer, alle im Plasma Secretbläschen und dunkel gefärbte unregelmässig

gestaltete Kerne; die letzte Zelle der Reihe hat zerstreuter liegende Secretbläschen, kein Concrement, einen grossen uninucleolären hellgefärbten Kern; alle Zellen tragen einen Besatz von Stäbchen. — Eosin-Ehrlichs Haematoxylin. — W. $^1/_{20}$. 2. eingeschobener Tubus. Vergr. 960.

Fig. 77. Eine einzelne Zelle ebendaher, mit einzelnen Concrementkörnern und einem grossen Ballen von solchen in einer Vacuole. — Eosin-Ehrlichs Haematoxylin. — W. $^1/_{20}$. 2. eingeschobener Tubus. Vergr. 960.

Fig. 78. Zellen aus der drüsigen Wand des Brutraumes, zum Theil völlig von vacuolenartigen Räumen durchsetzt; über den rechts stehenden Secretfäden. — Ehrlichs Haematoxylin-Eosin. — W. $^1/_{20}$. 1. ausgezogener Tubus. Vergr. 900.

Fig. 79. Flächenschnitt durch die gleiche Zellschicht, die netzförmigen Figuren entsprechen Zellen, die völlig vacuolisirt sind. — Ehrlichs Haematoxylin-Eosin. — W. $^1/_{20}$ 1. ausgezogener Tubus. Vergr. 900.

Fig. 80. Querschnitt durch ein Ovarium, welcher die ungleichen die Lichtung umstehenden Zellen und Eier, auch einzelne leere Räume zeigt; in dem centralen Hohlraum Spermatozoen (cfr. Fig. 69.) — Ehrlichs Haematoxylin-Eosin. — W. $^1/_{24}$. 1. eingeschobener Tubus. Vergr. 500.

Fig. 81. Querschnitt durch den hinteren Theil eines Ovarium; neben reifen Eiern, die leeren von Gerinnsel gefüllten Räume und in zweien von diesen je eine dunkel gefärbte Kugel. (Richtungskörper?) — Ehrlichs Haematoxylin-Eosin. — W. $^1/_{24}$. 1. eingeschobener Tubus. Vergr. 600.

Fig. 82. Querschnitt durch ein Ovarium mit einem Ei in Karyokinese; daneben eine jüngere Zelle, Hohlräume mit fadigem Gerinnsel und eine dunkelfarbige Kugel. — Dahlia. — W. VIII. 2. ausgezogener Tubus. Vergr. 550.

Tafel V.

Fig. 83—93. Elf Schnitte aus einer Reihe von Querschnitten durch ein weibliches Thier, welche (mit geringer Abweichung) rechtwinklig zur Symmetrieebene und durch die durch Kelch und Träger gelegte Längsaxe in den Bereich zwischen der oberen Magengegend und dem Atrium gelegt sind. Die ganze Serie vom Kelcheingange bis zur Anheftung auf dem Träger enthielt 96 Schnitte. In der Reihenfolge sind die Schnitte vom oberen Kelchrande her gezählt; die Zahlen dieser Schnitte haben nur Bedeutung für den Abstand der einzelnen Schnitte von einander. — Eosin-Haematoxylin. — W. IV. 2. Vergr. 140.

Fig. 83. Sechsunddreissigster Schnitt durch den oberen Theil des Magens und den Vorderdarm; die Schenkel des Excretionsapparates sind links der Länge nach, rechts quer getroffen.

Fig. 84. Fünfunddreissigster Schnitt; der Enddarm trennt sich vom Magen; nach innen vom Vorderdarm die Querschnitte der einander genäherten Schenkel des

Excretionsapparates. Der Schnitt streift die Hülle des Hirns, trifft den oberen Umfang beider Ovarien, hat links die Wand einer Bruttasche dreimal gestreift, rechts einmal und daneben den Raum einer Bruttasche geöffnet.

Fig. 85. Dreiunddreissigster Schnitt. In dem Raume zwischen Vorderdarm und Enddarm, neben welchem der obere Umfang des Lebermagens angeschnitten ist, treten die Schenkel des Excretionsapparates zusammen, ist das Hirn im Querschnitt getroffen; die Ovarien zeigen leere Räume; jederseits sind Aussackungen der Bruttasche geöffnet.

Fig. 86. Einunddreissigster Schnitt. Im gleichen Raume, wie in der vorangehenden Figur, liegt der durch den Zusammentritt der Schenkel entstandene unpaare Gang des Excretionsapparates; dahinter das Hirn; zwischen den Ovarien ist die obere Wand des Oviductes angeschnitten; die Bruttaschen ausgedehnter.

Fig. 87. Neunundzwanzigster Schnitt. In dem Raume zwischen Schlund und Enddarm liegt der unpaare Gang des Excretionsapparates; dahinter ist die obere Fläche des Hirnes geschnitten; zwischen den Ovarien ist der Oviduct in solcher Weise getroffen, dass die Drüsenzellen seines blinden Endes, die unpaare Lichtung und die in die Ovarien führenden Canäle vorliegen, von den letzeren tritt der linksseitige in den Hohlraum des Eierstockes. Die seitlich davon liegenden Theile des Brutraumes treten zu grösseren Räumen zusammen.

Fig. 88. Siebenundzwanzigster Schnitt. Die neben dem Querschnitt des unpaaren Ganges des Excretionsapparates liegenden Zellen gehören der tangential getroffenen Kelchdecke an. Die Verhältnisse des Geschlechtsapparates erklären sich aus dem voranstehenden Schnitte; die Bruttaschen sind ausgedehnter, zeigen rechterseits die medianwärts gerichtete Aussackung, mit welcher die Verbindung zu einem gemeinsamen Raum sich anbahnt.

Fig. 89. Fünfundzwanzigster Schnitt. Nach innen vom Querraum des Schlundes tritt als Lücke der Vorraum im Kelche auf, oralwärts von der in der Mitte gefurchten Fläche der Lippe begrenzt. Zwischen den Ovarien, welche hier zahlreiche leere Räume zeigen, liegen Zellen, welche schon dem Wulste der Kelchdecke für die Anheftung der Embryonen angehören; der quer durchschnittene Enddarm liegt hier in der Basis des Afterkegels; vor diesem fliessen die beiderseitigen Bruttaschen zum gemeinsamen Brutraume zusammen. Die Zellgruppen neben den Ovarien entsprechen Theilen der Wand des Brutraumes.

Fig. 90. Vierundzwanzigster Schnitt; zeigt eine Fortführung der im vorhergehenden Schnitte angebahnten Verhältnisse.

Fig. 91. Einundzwanzigster Schnitt. Die den Schlund begrenzende Lippe weicht in die beiden Hälften auseinander, welche nach oben und analwärts in die Seitenwandungen der Atrialrinne übergehen. In dem Theil des davor gelegenen Kelchraumes liegen zwei Embryonen; die daran anschliessende Zellschicht entspricht dem Boden des mittleren Theiles des Brutraumes mit Zellen des Wulstes; die seit-

lich ausgedehnten, vor dem Enddarm zusammenhängenden Bruttaschen enthalten rechts zwei Embryonen.

Fig. 92. Neunzehnter Schnitt. Die Lippenblätter weichen weiter auseinander; der daran anschliessende Kelchraum hat zunächst einfaches Epithel, setzt sich analwärts in den ausgedehnten Brutraum fort, dessen Wandung von hohem dunklem Epithel bekleidet ist. In der Mitte des Brutraumes liegt der Gipfel des Wulstes, an welchem Embryonen auf ungleichen Entwicklungsstadien durch Secretmassen angeheftet sind.

Fig. 93. Fünfzehnter Schnitt; zeigt die gleichen Verhältnisse in höherer Lage.

Fig. 94. Ansicht schräg von oben auf den Kelch eines Thieres, bei welchem die Cirren stark nach abwärts und aussen gebogen sind, und die zwischen Afterkegel und Mundeingang gelegene Kelchdecke vorgestülpt ist. Nach dem lebenden Thier skizzirt und nach dem durch Osmiumdampf getöteten, in Glycerin conservirten Thiere ausgeführt. W. IV. 2. Vergr. 150.

Fig. 95. Muskelfasern aus dem Schliessmuskel am Umfange des Kelchrandes. — Eosin-Haematoxylin. — W. VIII. 4. Vergr. 660.

Fig. 96. Querschnitt durch einen Hoden. Am eiförmig zugespitzten Umfange die Epithelzellen, welche den trichterförmigen Eingang zum Vas deferens bilden. Der Hode enthält gereifte Spermatozoen mit tief gefärbtem, lang stabförmigem Kopf und dünnerem ungefärbtem Schwanzfaden, heller gefärbte Samenzellen, und dunkle gefärbte Körper von nicht sicher gestellter Bedeutung — Eosin-Ehrlich's Haematoxylin. — W. $^1/_{24}$. 2. eingeschobener Tubus. Vergr. 730.

Fig. 97. Ein Schnitt, welcher das centrale Ende eines Schenkels des Excretionsapparates in Folge von dessen Krümmung theils quer, theils tangential getroffen hat. Auf der Wand der längslaufenden Strecke sind unregelmässige Falten der membranösen Begrenzung des Kanales und lagert sich eine Zelle der Marksubstanz, vom Schnitt zum Theil weggenommen; der centrale Strang dieser Strecke wird von den verklebten Wimperhaaren gebildet. Im Querschnitt sieht man die Lichtung des Ganges mit central liegenden verklebten Flimmerhaaren; an der Wand eine Zelle mit Kern und den Wurzeln von Wimperhaaren. — Neben dem Canal liegt eine der kugeligen Zellen der Marksubstanz mit netzförmigem vom Kern ausgehendem Plasma und Körnern. — Eosin-Ehrlich's Haematoxylin. — W. $^1/_{24}$. 2. Vergr. 1330.

Fig. 98. Der Nachbarschnitt zu dem in Fig. 97 abgebildeten zeigt im Querschnitte der Canallichtung den Rest der wandständigen Zelle mit einem Theil des Kernes, und den Besatz der an ihren Enden verschmolzenen Flimmerhaare. — Tiefere Einstellung lässt die Lichtung sowie die Zelle verschwinden, und an deren Stelle die nicht durchbrochene Marksubstanz treten. — W. $^1/_{24}$. 2. Vergr. 1330.

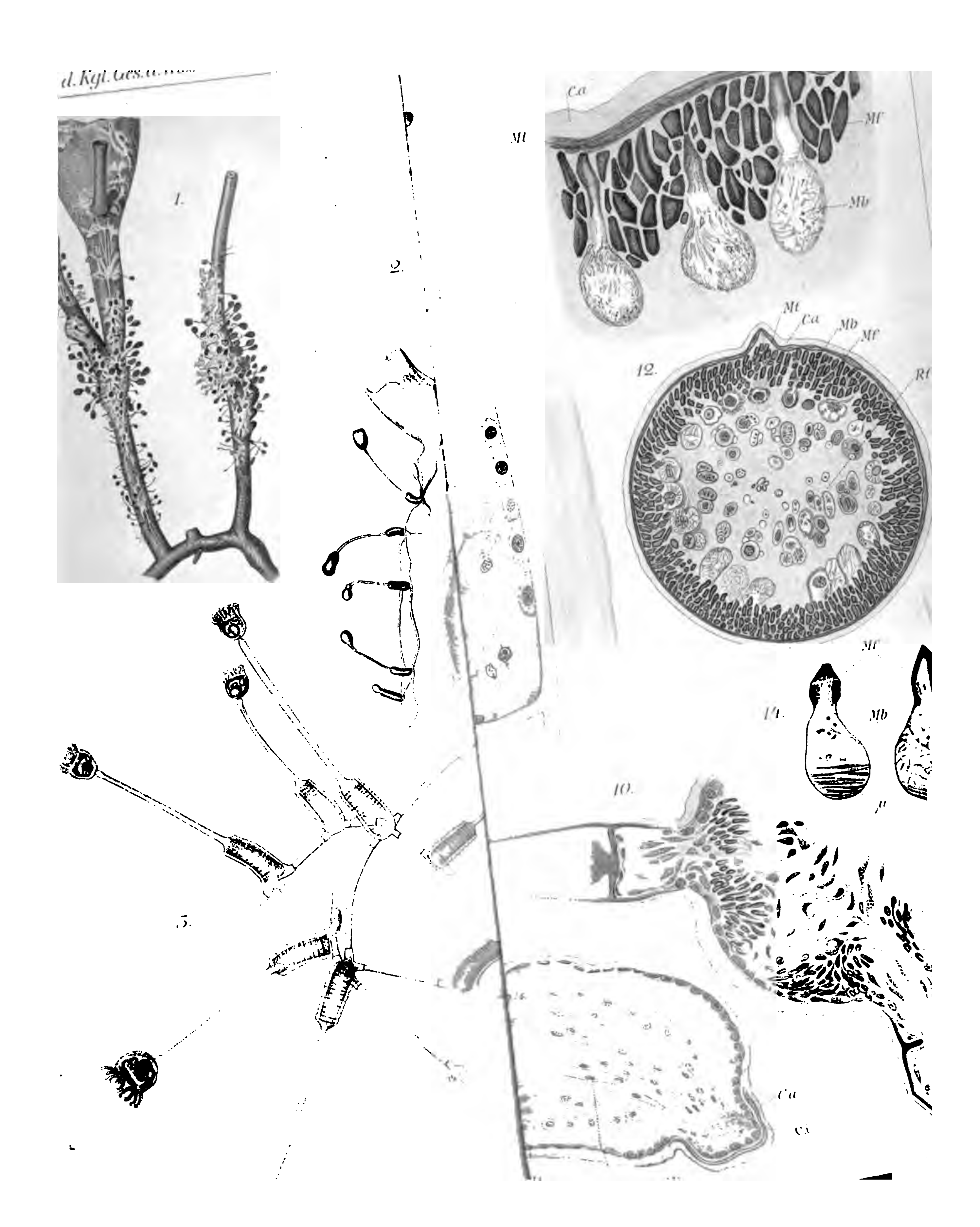
Fig. 99. Ein Stück aus dem Kelchrande mit der auf pag. 133 beschriebenen (parasitären?) Einlagerung. — Eosin-Ehrlich's Haematoxylin. — W. $^1/_{20}$. 1. eingeschobener Tubus. Vergr. 660.

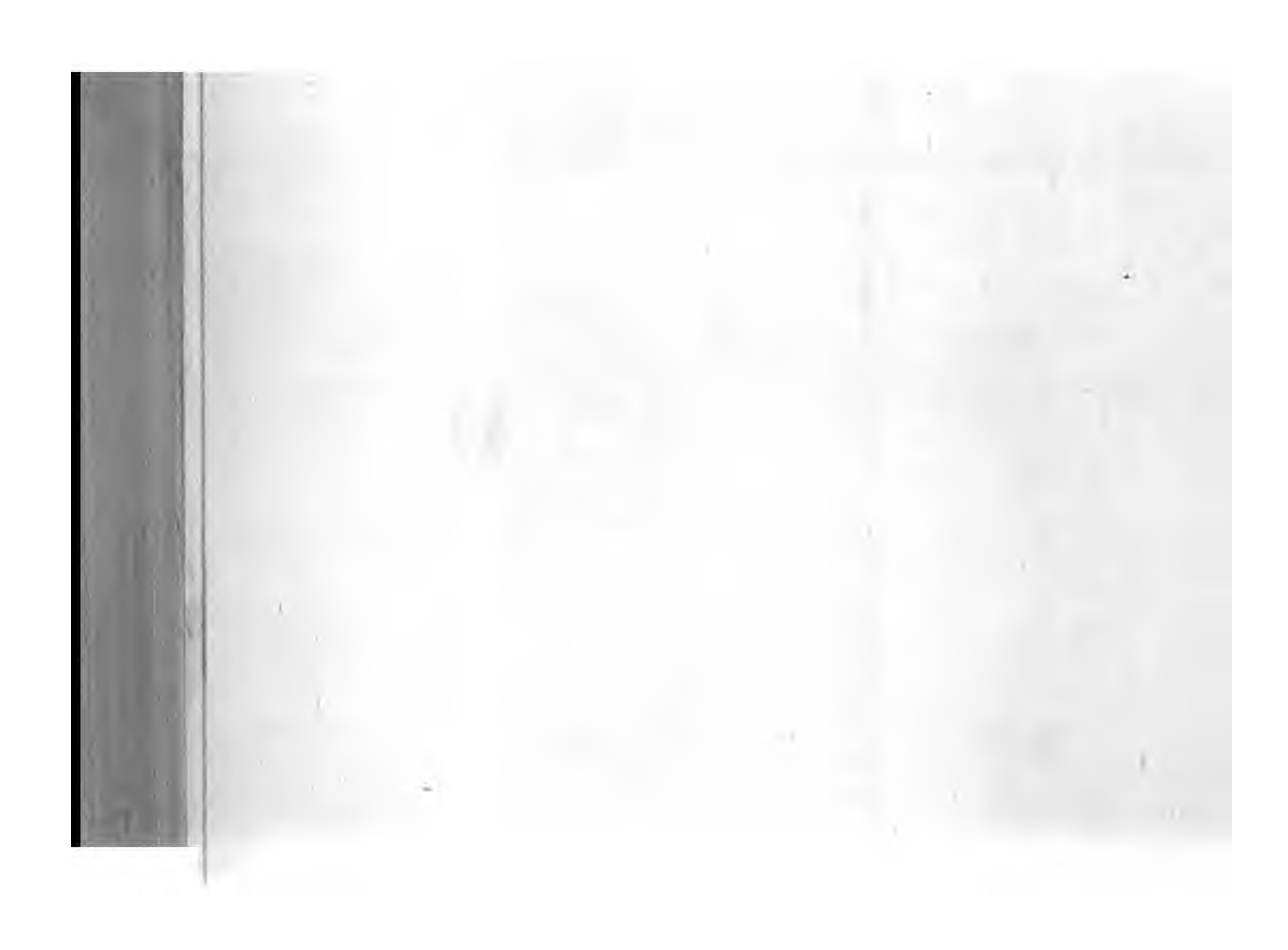
Fig. 100. Querschnitt durch den Schlund, um die an seinem inneren Umfang quer gelagerten Muskelfasern zu zeigen. — Eosin-Haematoxylin. — W. VIII. 4. eingeschobener Tubus. Vergr. 450.

Fig. 101. Eine aus dem Brutraume ausschwärmende Larve, nach dem Leben skizzirt, nach der Erhärtung mit Osmiumdampf in Glycerin conservirt und danach ausgeführt, schräg von oben auf den aboralen Pol gesehen. Die Cilien kürzer als im Leben. W. V. 2. Vergr. 330.

Inhalt.

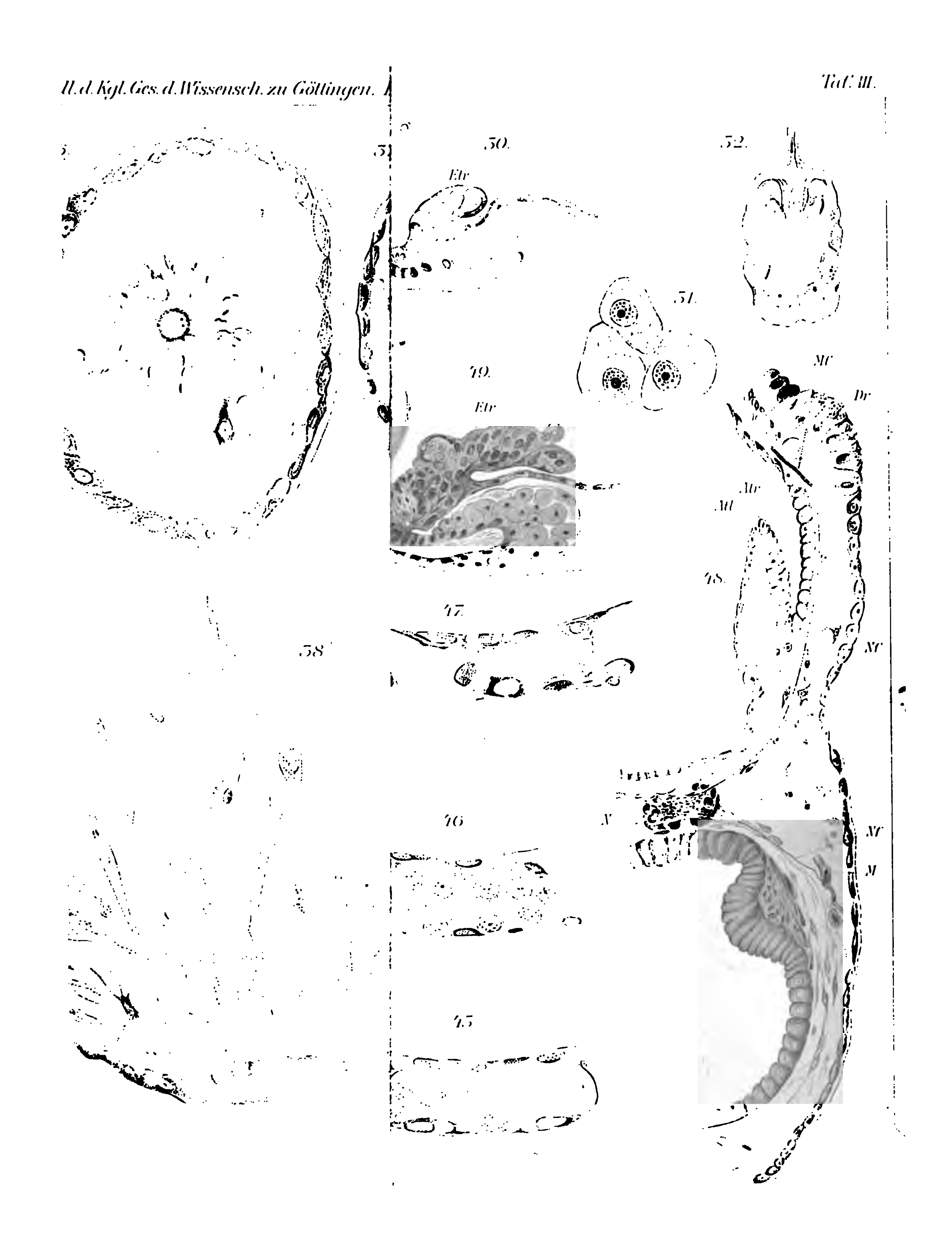
Seite
Vorwort . . . 3
Der Stock der Ascopodaria macropus . . . 7
Die Stolonen und ihre Glieder . . . 11
Der Bau der Stolonen . . . 15
Die einaxigen Glieder . . . 15
Die mehraxigen Glieder . . . 22
Von der Stockbildung und den Stolonen anderer Pedicellineen . . . 39
Die Kelche . . . 51
Der Bau des Kelches . . . 56
Die Körperwand und das Parenchym . . . 56
Der Darm . . . 70
Der Excretionsapparat . . . 79
Der Geschlechtsapparat . . . 83
Der weibliche Geschlechtsapparat . . . 84
Der männliche Geschlechtsapparat . . . 90
Der Brutraum und die Bruttaschen . . . 92
Das Nervensystem . . . 98
Der Nervenknoten . . . 99
Die Nerven . . . 101
Bemerkungen zur Histologie . . . 106
Von Lebensäusserungen der Thiere . . . 114
Empfindung und Bewegung . . . 114
Von der Ernährung . . . 120
Von der Fortpflanzung und dem Wachsthum . . . 125
Systematisches . . . 137
Tafelerklärung . . . 185

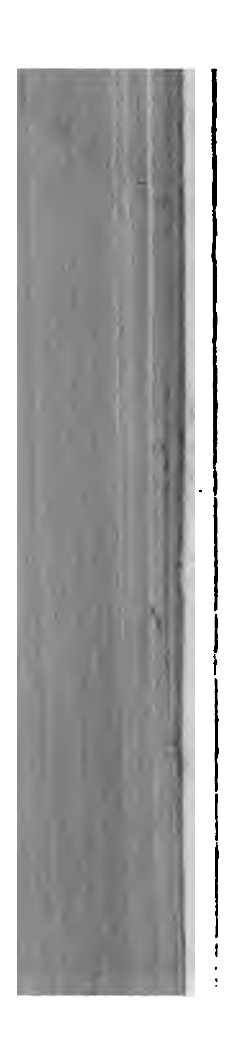

d. Kgl. Ges. d. W.
1.
2.
3.
Mt
Ca
Mf
Mb
12.
Mt
Ca
Mb
Mf
Rf
14.
Mf
Mb
10.
Ca

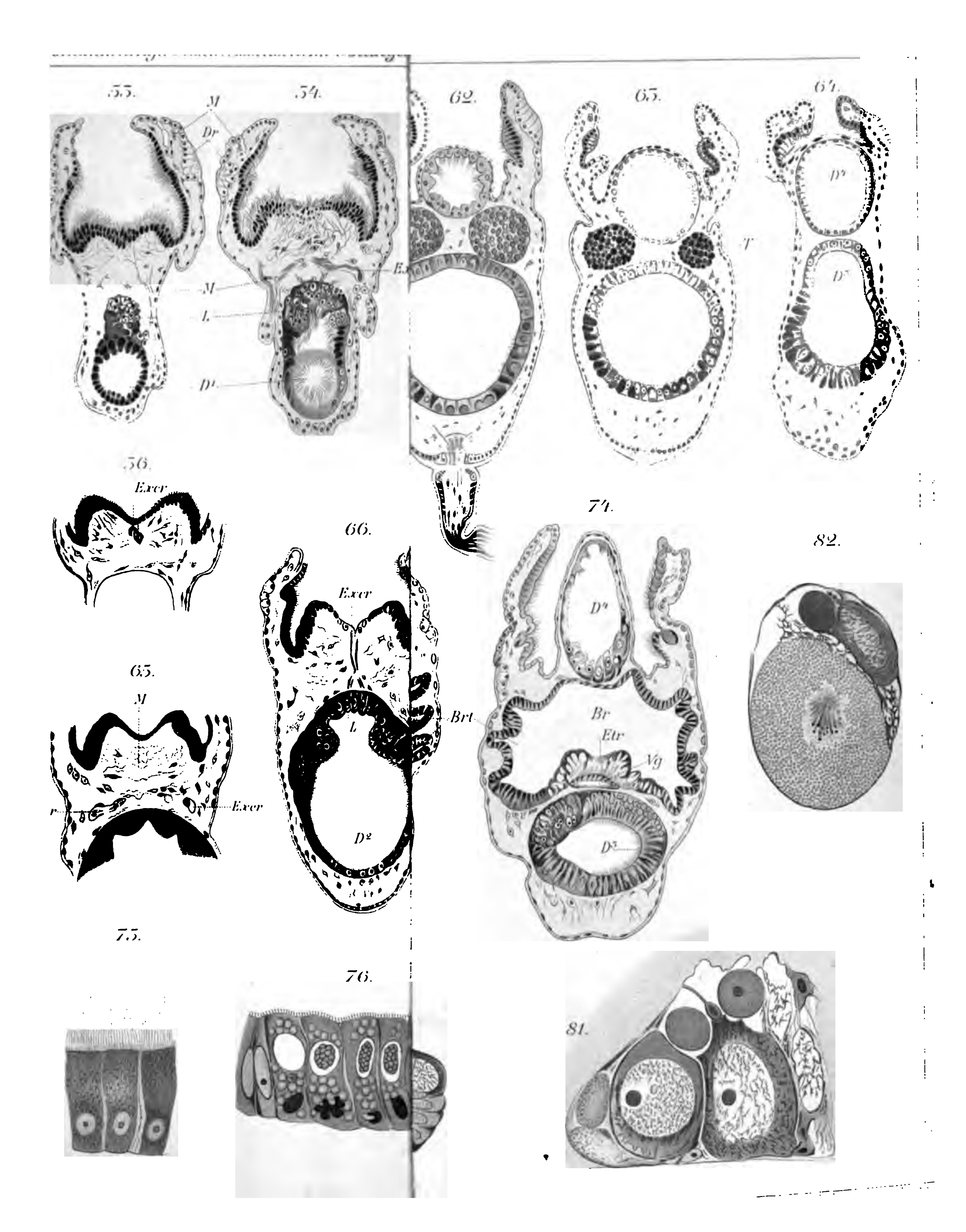







50.
52.
Etr
51.
49.
Etr
Mr
Dr
Mr
Ml
48.
47.
38
Mr
46
N
Mr
M
45




53.
54.
M
Dr
E
M
L
D¹
62.
63.
T
64.
56.
Excr
66.
Excr
74.
82.
65.
M
Excr
L
D²
Brt
Br
Etr
Vg
75.
76.
81.

Julius Weizsäcker

(geb. 13. Februar 1828, gest. 3. September 1889).

Rede

gehalten in der öffentlichen Sitzung der K. Gesellschaft der Wissenschaften am 7. December 1889

von

Ludwig Weiland.

Göttingen,
Dieterich'sche Verlags-Buchhandlung.
1889.

Unserer Gesellschaft wurde am 5. September dieses Jahres durch den Tod ein Gelehrter entrissen, der ihr ehedem zwei Jahre als ordentliches Mitglied angehörte und den unsere Universität fünf Jahre lang zu ihren Lehrern zählte. Julius Weizsäcker's Name wird stets einen ehrenvollen Platz in der Geschichte der deutschen Geschichtswissenschaft einnehmen; seine Ausgabe der deutschen Reichstagsakten wird, wie kein Geringerer als Georg Waitz einst bezeugt hat, so lange genannt werden, als eine deutsche Geschichtswissenschaft besteht. Das ist ein Wort, welches die wissenschaftliche Bedeutung des Mannes in sich zu fassen, ihr das Gepräge zu geben scheint; doch wird es derselben in keiner Weise ganz gerecht. Denn es ist eine traurige Wahrheit: der Theil eines Gelehrtenlebens, welchen die Nachwelt zu wägen und zu schätzen vermag, ist doch selten geeignet, ein vollständiges, richtiges Bild dessen zu geben, was der Verstorbene wissenschaftlich gekonnt und für seine Zeit geleistet hat. Wer die wissenschaftliche Persönlichkeit Weizsäcker's schätzen wollte nur nach seinen Reichstagsakten, der würde das Bild eines ausserordentlich fleissigen, scharfsinnigen Forschers und Herausgebers gewinnen, der sich kein höheres Ziel gesteckt habe, als in peinlichster, gewissenhaftester Detailforschung das Material herzurichten, mittels dessen höher Begabte an die Lösung der eigentlichen Aufgaben der Geschichtschreibung herantreten können. Aber sicher: keine Beurtheilung wäre ungerechter als diese. Die wissenschaftliche Persönlichkeit

Weizsäcker's war anders geartet; und wenn auch seine sonstigen Arbeiten dem, welcher mit dem Verstorbenen keine nähere persönliche Berührung gehabt hat, nur etwa eine Ahnung davon geben, dass seine Begabung und seine Leistungen mit dem Massstabe der Reichstagsakten nicht richtig bemessen werden, so stehen uns doch zahlreiche zuverlässige Zeugnisse von Fachgenossen, Freunden und Schülern zu Gebote, welche ein richtigeres Urtheil ermöglichen.

Es ist ein eigen Ding, wenn ein Mann, welcher seiner reichen Anlage und seiner vielseitigen Ausbildung nach zu etwas Anderem bestimmt schien, durch die Macht der Verhältnisse zu der Uebernahme einer Aufgabe gedrängt wird, welcher er sich aus eigenem Antriebe nicht zugewandt haben würde und welcher er vielleicht innerlich lange Zeit fremd gegenüber steht, wenn er dann aber in hohem Pflichtgefühle an die Arbeit geht und bei derselben ausharrt, ein halbes Leben an ihre Weiterführung setzt und andere höhere, ihm sympathischere Aufgaben der einmal übernommenen Pflicht wegen bei Seite schiebt. Als der Zweiunddreissigjährige im Jahre 1860 die Redaktion der Reichstagsakten übernahm, that er es mit dem Gefühle, dass er sich diesem von der Münchener historischen Commission, von dem Collegium der bedeutendsten deutschen Historiker, ausgehenden ehrenvollen Rufe nicht entziehen dürfe; es war eine hohe Auszeichnung für den jungen Gelehrten, an den umfassenden Aufgaben, welche die Commission sich gestellt hatte, mitzuarbeiten. Die Berufensten standen damals noch unter dem Banne der Meinung, dass die vollständige Veröffentlichung alles zugänglichen Quellenmateriales die Vorbedingung sei für jede darstellende Bearbeitung. Kein Anderer als Leopold Ranke hatte den Arbeitsplan für die Reichstagsakten entworfen und darin aufs bestimmteste die Veröffentlichung aller auffindbaren Aktenstücke vorgeschrieben. Man täuschte sich damals über die Fülle des in den Archiven und Bibliotheken verborgenen Materials, ebenso wie man sich bei der Begründung der Monumenta Germaniae historica im Anfange des Jahrhunderts getäuscht hatte, wo man etwa zehn Foliobände für die Veröffentlichung der deutschen Geschichtsquellen bis zum Ausgange des Mittelalters für ausreichend hielt.

Wir erinnern uns noch heute der Spannung und immer steigenden Ungeduld, mit der die gelehrte Welt in den 60er Jahren dem Erscheinen des ersten Bandes der Reichstagsakten entgegensah. Man war allgemein der Ansicht, dass zwei bis drei Bände genügen würden, um das Aktenmaterial des 15. Jahrhunderts zu fassen, und dass das Unternehmen rasch die wichtigen und interessanten Perioden der Maximilianischen Reichsreform und der Reformation erreichen würde. Statt dessen reichen die neun bis jetzt erschienenen Bände nur erst bis in die letzten Jahre der Regirung Kaiser Sigismunds, bis zum Jahre 1431. Sieben Jahre der Vorarbeit bedurfte die Arbeitskraft Weizsäcker's, bis der erste Band erscheinen konnte, weitere sieben verflossen bis zum Erscheinen des zweiten Bandes. Diese langen Fristen waren vollauf gerechtfertigt. Denn einmal konnte sich die Ausbeutung der Archive nicht auf den Inhalt einiger Bände erstrecken, musste vielmehr von Anfang an einen längeren Zeitraum ins Auge fassen; dann trat eine Fülle von Stoff zu Tage, die auch nicht im entferntesten geahnt werden konnte, und endlich galt es hier ein Material für die Herausgabe zu bearbeiten, welches ganz eigenthümlich geartet war, sodass keinerlei Muster oder Vorbild die Arbeit des Herausgebers erleichterte. Die ganze Methode der Edition musste von diesem neu ersonnen werden. Ein Anderer würde vermuthlich nach dem Erscheinen der ersten Bände von dem Unternehmen zurückgetreten sein, um sich lohnenderen Aufgaben zuzuwenden, und wahrlich Niemand hätte ihm einen Vorwurf daraus machen können. Weizsäcker hat ausgeharrt, er hat fast drei Jahrzehnte seines Lebens, die arbeitskräftigsten Jahre des Mannes daran gesetzt, nicht die Aufgabe zu vollenden — denn die Erkenntniss, dass hierzu ein Menschenleben nicht ausreiche, musste ihm bald gekommen sein — sondern das Werk weiterzuführen, das ihm schliesslich doch auch ans Herz gewachsen war. — Ich will hier nicht davon sprechen, ob es nicht zweckmässig gewesen wäre, nach dem Erscheinen der ersten Bände den Plan des ganzen Werkes zu ändern, die Vorschrift, alles Material vollständig zu veröffentlichen, fallen zu lassen und damit den rascheren Fortgang der Publication zu ermöglichen, zumal mir nicht bekannt ist, wie Weizsäcker selbst über diese Dinge

dachte. Jedenfalls war er nicht die einzige Instanz, welche darüber zu entscheiden gehabt hätte. Denn — und das ist für die selbstlose Natur des Mannes, welche auf äusseren Schein und äussere Stellung nicht den geringsten Werth legte, zu charakteristisch, um hier übergangen zu werden: in der ganzen langen Zeit seiner Arbeit an den Reichstagsakten stand Weizsäcker unter der, wenn auch nur nominellen Oberleitung eines Anderen. Und die letzte Instanz war schliesslich das Plenum der historischen Commission. Wie dem auch sei, der Opfermuth, mit dem Weizsäcker bei der Arbeit ausharrte, muss stets Bewunderung finden auch bei solchen, denen der ganze Plan der Veröffentlichung der Reichstagsakten als ein verfehlter erscheint. Weizsäcker gönnte sich keine Zeit zu darstellenden Arbeiten, kaum zu umfassenden Forschungen, während Andere sich das von ihm in mustergültiger Weise hergerichtete Material zu Nutze machten und zu Darstellungen schritten, für welche Weizsäcker nicht nur vermöge seiner umfassenden Kenntniss des Stoffes, sondern auch vermöge seiner Begabung der richtige Mann gewesen wäre. Welch bittere Ironie liegt doch darin, dass bald nach dem Erscheinen des ersten Bandes der Reichstagsakten der erste Band einer deutschen Geschichte unter König Wenzel erschien, und zwar nicht aus der Feder Weizsäcker's.

So ist Weizsäcker gewissermassen ein Opfer seiner treuen Arbeit an den Reichstagsakten geworden; sie liess die mancherlei Gaben, die ihm verliehen waren, nicht zur vollen Entfaltung gelangen.

Julius Weizsäcker ist hervorgegangen aus dem evangelischen Pfarrhause, das uns Deutschen schon so viele ausgezeichnete Gelehrte geschenkt hat. Er wurde geboren am 13. Februar 1828 als Sohn des Pfarrers zu Oehringen in der Grafschaft Hohenlohe, einem Gebiete, das man sich seit lange gewöhnt hat zu Schwaben zu rechnen, welches aber nach der Topographie des alten Reiches zum Frankenlande gehört. Sein süddeutsches Naturell hat Weizsäcker niemals verleugnet; der Tonfall seiner Sprache, seine unmittelbare Art sich zu geben, seinen Gefühlen einen starken Ausdruck zu verleihen, sein in vieler Beziehung jugend-

lich gebliebenes Empfinden, das alles gab seinem Auftreten etwas Urwüchsiges, das, wie ich mir denke, besonders die Jugend zu ihm heranzog, auf sensibele Naturen aber, wie ich weiss, unter Umständen befremdend wirkte. Weizsäcker folgte, gleichwie sein älterer Bruder Karl, der jetzige Kanzler der Universität Tübingen, zunächst dem Berufe des Vaters, er studirte Theologie auf der würtembergischen Landesuniversität, wo damals Baur's geniale Kraft den platten Rationalismus aus dem Anfange des Jahrhunderts durch die geschichtliche Betrachtungsweise der Religionsentwickelung siegreich bekämpfte. Weizsäcker hat auch hier die Arbeit bis zu Ende gethan; er hat seine theologischen Examina bestanden. Aber die Anregungen, welche Baur gegeben, wirkten bei ihm weiter: er ging nach Berlin und wurde Schüler Leopold Ranke's. Sein Lebensgang entschied sich, als er, seit vier Jahren Repetent am Tübinger Stifte, sich 1859 als Docent der Geschichte habilitirte. Fünf deutschen Universitäten hat er nach einander als Professor der Geschichte angehört: Erlangen, Tübingen, Strassburg, Göttingen, Berlin. Nach Tübingen wurde er 1867 berufen als der Nachfolger Reinhold Pauli's, der später noch in Göttingen sein College gewesen ist. Hatte Pauli der allzu kühne Ausdruck seiner politischen Ueberzeugung seine Lehrstelle gekostet, so bekam er in Weizsäcker einen Nachfolger der gleichen nationalen Gesinnung, den das geschichtliche Studium längst belehrt hatte, wo Deutschlands Sterne leuchteten, der schon in Erlangen in den für Süddeutschland und einen Süddeutschen schweren Tagen des Jahres 66 Farbe gehalten hatte. Den »Höhepunkt seines Lebens, den kein Augenzeuge jemals vergessen werde«, nennt einer seiner Schüler, selbst ein Augenzeuge, (im Schwäbischen Merkur 1889 Nr. 1679, 11. Sept.) das Auftreten Weizsäcker's am Vorabend des Krieges 1870 in einer grossen Volksversammlung in Tübingen, welche Zeugniss ablegen sollte von der entschlossenen Opferwilligkeit Würtembergs für die deutsche Sache. Für diese candidirte er dann im November 1870, als es darauf ankam, dass die Kammern den Eintritt Würtembergs in den norddeutschen Bund genehmigten, in dem Wahlkreise Balingen, unterlag aber hier einem bekannten Democraten, der sich seines Sieges mit den Worten

rühmte, er sei gegen den gescheitesten Mann des Landes gewählt worden.

Weizsäcker's Einwirkung auf die studirende Jugend in Tübingen war, wie seine Schüler bezeugen, bedeutend: »die Gediegenheit seines Wissens, die Schärfe seines Urtheils und eine natürliche, nicht erkünstelte Beredsamkeit« waren Eigenschaften, welche ihre Wirkung nicht verfehlten. Die Feinheit und Tiefe seiner psychologischen Analyse der Charaktere werden nicht nur von einem Tübinger Schüler gerühmt, sondern auch von keinem Geringeren als Heinrich von Sybel anerkannt. Gemäss den Traditionen der Universität Tübingen ging seine Wirksamkeit hier mehr in die Breite als in die Tiefe. Eine pädagogische Thätigkeit im Sinne seines Lehrers Ranke konnte er erst in Strassburg entfalten. Wenn auch die Hoffnungen, die wir auf die Neubegründung der deutschen Hochschule in Strassburg gesetzt hatten, nur zum Theil in Erfüllung gegangen sind, so bleibt es doch immer ein Ruhm für einen deutschen Gelehrten, unter den ersten Lehrern nach Strassburg berufen worden zu sein. Und gerade das akademische Leben dieser ersten Jahre der jungen Hochschule, wo aus allen Theilen Deutschlands die strebsamsten und begabtesten Jünglinge in heller Begeisterung in Strassburg zusammenströmten, wo Lehrer und Lernende sich eins fühlten in der Erfüllung eines nationalen Berufes, es hat nach dem übereinstimmenden Urtheile aller, denen es vergönnt war daran Theil zu nehmen, zu dem Anziehendsten und Erhebendsten gehört, was eine deutsche Hochschule ihren Commilitonen gewähren kann. Mit kräftiger Hand hat Weizsäcker in Strassburg seine Stellung genommen: er hat dem Studium der Geschichte, speciell der des Mittelalters, hier die Stätte bereitet. Ein historisches Seminar, ausgestattet mit überreichen Mitteln, das er ins Leben rief und das Vorbild geworden ist für ähnliche Einrichtungen an andern Universitäten, bildete den Mittelpunkt für das wissenschaftliche Streben seiner Schüler. Hier hat er zuerst Jünger der Wissenschaft herangebildet. Und dass hier in dem Strassburger historischen Seminar die Geschichte des mittelalterlichen Strassburg, der grossen Handelsmetropole des deutschen Oberrheins, bald Gegenstand der

Erforschung wurde, lag für den alten und die jungen Patrioten nahe, welche den mit dem Schwerte wiedergewonnenen Besitz auch geistig zurückerobern zu können meinten. Von solchen Studien ausgehend gab Weizsäcker die Anregung zur Herausgabe des Urkundenbuches der Stadt Strassburg, wahrlich nicht das geringste seiner wissenschaftlichen Verdienste.

Schon nach vierjähriger Wirksamkeit in Strassburg rief ihn im Jahre 1876 der Weggang von Waitz nach Göttingen. Zuerst betrat er jetzt norddeutschen Boden, und wenn ich nicht irre, so recht heimisch hat er sich auf diesem weder hier noch später in Berlin gefühlt. Die Aufgabe, welche ihm hier gestellt war, an Stelle von Waitz den durch diesen begründeten Ruf der Göttinger historischen Schule aufrecht zu erhalten, war die denkbar schwierigste. Aber jeder Unbefangene wird zugestehen, dass Weizsäcker dieser Aufgabe den veränderten Verhältnissen nach gerecht geworden ist. Denn schon hatte seit dem Anfange der 70er Jahre der Zug der Studirenden, zumal derer, welche die Wissenschaft um ihrer selbst willen suchten, nach den grossen Städten begonnen, schon hatten sich in der letzten Zeit von Waitz auch hier Symptome gezeigt, dass es ein anders gearteter Kreis war als früher, der sich um Waitzens Lehrstuhl versammelte. Weizsäcker's akademische Thätigkeit, für die er seine volle Kraft einsetzte, war an äusseren Erfolgen kaum geringer als die von Waitz. Die Zahl der historischen Doctordissertationen, welche aus seinen Uebungen hervorgingen, war in den Jahren seines Hierseins kaum geringer als früher. Auch hier hat er begeisterte und dankbare Schüler gefunden. Es war äusserlich dasselbe wie früher, aber doch ein Anderes. Weizsäcker hat sich, wie mir manche Stimmen bezeugen, für seine Schüler geopfert, er hat einen grossen Theil seiner kostbaren Zeit, bei Tag und bei Nacht, in nie rastender Mühewaltung daran gesetzt, die Arbeiten junger Leute zur Promotion vorzubereiten, welche zum Theil am Borne der Wissenschaft nur nippen wollten, ohne den inneren Drang und Beruf in sich zu fühlen, einen kräftigen Trunk fürs Leben zu thun. Sein unverwüstlicher Optimismus liess ihn nicht scheiden zwischen Berufenen und Unberufenen, machte ihn blind für

die Veränderung des Materials, welche sich ohne sein Verschulden vollzogen hatte. Als er von hier schied, blieb doch eigentlich kein Stamm junger Historiker hier zurück, vielmehr nur eine Anzahl von Doctoranden.

Ueber seine akademische Wirksamkeit in Berlin, wohin er im Jahre 1881 übersiedelte, äusserten sich seine dortigen Schüler ähnlich wie seine Strassburger: anregend waren seine Vorträge, anregend und erwärmend vor allem der Verkehr, den er persönlich mit seinen Schülern gepflogen hat. Auch in Berlin setzte er die Einrichtung eines Seminars mit Bibliothek durch, wozu er hier in Göttingen bei dem damals noch etwas allzu conservativen genius loci in fünf Jahren nicht gelangen konnte. Aber auch das hiesige Seminar für mittlere und neuere Geschichte, welches bald nach seinem Weggange ins Leben trat, verdankt seinen Ursprung Weizsäcker's Anregung und Vorbereitung.

Weizsäcker's theologische Laufbahn wies ihn, als er sich zuerst mit der Geschichte zu beschäftigen begann, ganz naturgemäss auf das Gebiet der Kirchengeschichte; auf Ranke's Anregung wandte er sich der damals noch wenig erforschten karolingischen Periode des Mittelalters zu, in welcher ja Kirchen- und Profangeschichte sich enge verschlingen. Den Mittelpunkt seiner drei ersten Abhandlungen, welche in den Jahren 1858 bis 1860 erschienen sind, bildet die Forschung nach den Entstehungsverhältnissen jener grossartigen Fälschung der sog. Pseudoisidorianischen Decretalen, nach der Bedeutung derselben für die fränkische Kirche und das westfränkische Reich. Diese Abhandlungen zeichnen sich aus durch erschöpfende kritische Forschung, sorgfältige und umsichtige Erwägung des Einzelnen unter steter Festhaltung der allgemeinen Zielpunkte, durch nicht gewöhnlichen Scharfsinn: Eigenschaften, welche auch den späteren Abhandlungen zuerkannt werden müssen. Eine Anzahl von Nebenfragen sind in jenen Abhandlungen erledigt worden, die eine derselben rückt sogar eine solche (den Kampf gegen den Chorepiscopat) in den Mittelpunkt der Untersuchung; das bleibende und wichtige Verdienst aller zusammen ist aber der in allen wesentlichen Punkten gelungene Beweis, dass die grosse Fälschung im westfränkischen

Reiche, in der Erzdiöcese Reims entstanden ist. Die Vermuthung, dass das Werk hier verfasst sei, war schon von Anderen ausgesprochen worden, aber Weizsäcker zuerst hat sie zu dem Grade von Gewissheit erhoben, der bei solchen wissenschaftlichen Problemen überhaupt verlangt werden kann. Wenn in neuerer Zeit mehrfach Versuche gemacht worden sind, einen anderen Entstehungsort der falschen Decretalen nachzuweisen, so muss eine unbefangene Kritik bekennen, dass die Beweisführung Weizsäcker's durch diese Untersuchungen bis jetzt nicht erschüttert ist.

Weizsäcker's übrige Abhandlungen hängen fast alle mit seiner Arbeit an den Reichstagsakten zusammen oder sind aus dieser hervorgegangen. Sie zeichnen sich alle durch methodische Gründlichkeit und Sicherheit der Resultate aus: so 1875 der Strassburger Fascikel von 1431, ein Beitrag zur Geschichte der Reichstagsverhandlungen in der Hussitenzeit, und seine letzte 1888 erschienene Arbeit über die Urkunden der Approbation König Ruprechts. Auch die Arbeit, welche er vor drei Jahren in unseren Abhandlungen veröffentlichte »Der Pfalzgraf als Richter über den König« hängt mit jenen Studien zusammen. Denn sie gibt weit mehr als der Titel besagt, nämlich eine Geschichte der Absetzungen deutscher Könige und der Versuche dazu seit dem Ende des 13. Jahrhunderts nach der rechtlichen Seite, wobei naturgemäss die Erörterung über die Absetzung König Wenzels im Jahre 1400, dessen Akten Weizsäcker bearbeitet hatte, den Löwenantheil beansprucht. Nicht nur die irrthümlichen Theorien der Rechtsspiegel werden als mit den Thatsachen unvereinbar zurückgewiesen, sondern auch mancherlei irrige Auffassungen neuerer Forscher berichtigt; die Untersuchung ist auch hier mit grosser Schärfe im Einzelnen geführt. Aus demselben Kreise seiner Studien ist aber auch die Rede hervorgegangen, mit welcher Weizsäcker in seinem ersten Berliner Semester am 22. März 1882 im Namen der Berliner Universität den Geburtstag des Landesherrn feierte. Die »geschichtliche Entwickelung der Idee einer allgemeinen Reichssteuer in der deutschen Vergangenheit« beschäftigt sich ja wesentlich mit den Versuchen zur Einführung einer allgemeinen Reichssteuer im 15. Jahrhundert, streift aber mit weitem Blick und sicherer Kenntniss das ganze

Gebiet des deutschen Mittelalters und entbehrt auch nicht der Parallele der vergangenen mit den gegenwärtigen Zuständen, noch der gerade damals sehr angebrachten patriotischen Warnung vor unnützem Parteitreiben.

Der Tagesarbeit ferner liegt die 1879 erschienene Abhandlung über den Rheinischen Bund von 1254. Sie legt in mustergültiger Weise das Aktenmaterial dieses berühmten, in der deutschen Geschichte einzig dastehenden Bundes vor, erörtert mit grosser Umsicht die verschiedenen Seiten seiner Wirksamkeit und seine historische Stellung überhaupt, und hat vor allem zum ersten Male den Nachweis geführt, dass der Bund von Anfang an kein reiner Bund der Städte gewesen ist, sondern Städte und Fürsten vereinigte.

Von der grossen Lebensarbeit Weizsäcker's, mit der sein Name ja in Zukunft vor allem verbunden sein wird, den deutschen Reichstagsakten, sind bis jetzt neun Bände erschienen, von welchen die drei letzten, die Reichstage unter Kaiser Sigismund bis zum Jahre 1431 behandelnd, von anderer Hand bearbeitet sind, denen aber Weizsäcker's Vorarbeiten und Aufsicht gleichfalls zu Gute gekommen sind. Sein eigenstes Werk sind Band 1 bis 6, der letzte im vorigen Jahre ausgegeben, die Jahre 1378 bis 1410 umfassend, also die Regirungen der Könige Wenzel und Ruprecht von der Pfalz. Bei den letzten Bänden wurde Weizsäcker unterstützt durch zwei jüngere Gelehrte, und er hat in der ihm eigenen bescheidenen und gerechten Weise deren Antheil nicht geringer bewerthet als seinen eigenen, in der Vorrede es ausgesprochen, dass diese Bände das Resultat gemeinsamer Arbeit seien, für welche gleichermassen die Verantwortung wie das Verdienst allen dreien zukäme. Aber sein Werk sind doch auch diese letzten Bände wesentlich, denn ohne die sichere Grundlage, welche er in den früheren Bänden gelegt hatte, wäre es wohl keinem anderen Gelehrten möglich gewesen, mit Erfolg an der Arbeit Theil zu nehmen.

Nimmt man den Plan des grossen Werkes, wie er Weizsäcker von Anderen vorgezeichnet war, hin, ohne Kritik zu üben, so wird man zugestehen müssen, dass mit diesen sechs Bänden eine Arbeit von grund-

